

PONTS

ET

CHAUSSÉES.

PONTS ET CHAUSSÉES.

ESSAIS

SUR LA

CONSTRUCTION DES ROUTES,

DES PONTS SUSPENDUS,

DES BARRAGES, ETC.,

EXTRAITS DE DIVERS OUVRAGES ANGLAIS.

TRADUITS PAR M. J. CORDIER.

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES, CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR.

TOME I.er



On obtient la prospérité de l'agriculture et du commerce par de bonnes routes; de bonnes routes par de bons canaux, de bons canaux par des associations de propriétaires, et ces associations par des institutions salutaires qui attirent et fixent les propriétaires à la campagne.

(Opinion d'un Prince français.)

LILLE,

IMPRIMERIE DE REBOUX-LEROY.

1823.

L'OUVRAGE SE TROUVE :

À PARIS, chez MM.
- FIRMIN DIDOT, Imprimeur du Roi, de l'Institut et de la Marine, rue Jacob.
- CARILAN-GŒURY, Libraire des Ponts-et-Chaussées, quai des Augustins, N.° 41.
- DELAUNAY, Palais Royal, Galerie de Bois.

A LILLE, chez M. VANACKERE, Libraire, grande place.

A M. le Comte de Murat,

Préfet du Nord.

M. le Comte,

LA Flandre Française, le berceau des manufactures en Europe et le modèle de la bonne agriculture, se trouvant maintenant dépassée par l'industrieuse Angleterre, le Gouvernement est forcé d'entourer à grands frais notre frontière d'une triple ligne de douanes; on assujettit les habitans à des visites aussi nuisibles que pénibles, pour empêcher l'importation des produits manufacturés que la Flandre était autrefois en possession de fournir aux Etats voisins.

J'ai désiré étudier les causes de ce déplacement aussi rapide qu'extraordinaire du commerce, et reconnaître l'état des routes et des fabriques anglaises: vous m'avez encouragé et secondé dans ce projet et vous m'avez associé M. votre

fils, qui se distingue par une maturité précoce et une érudition étendue ; nous avons visité ensemble, et avec l'un des premiers négocians du département du Nord, les plus beaux établissemens de la Grande-Bretagne.

Nous avons trouvé dans le fond de l'Ecosse, comme dans les comtés les plus riches de l'Angleterre, des routes nombreuses et parfaitement entretenues ; des ports couverts de navires ; des voitures cheminant sans chevaux et sans guide sur des routes de fer ; des canaux de toutes dimensions, se croisant en tout sens, et partout un mouvement extraordinaire d'industrie. De tous les points du globe, les navires arrivent dans l'intérieur des terres, pénètrent jusqu'au pied des principales fabriques, les alimentent abondamment et à bas prix des matières premières, et en portent les produits sur les marchés des deux Mondes.

La facilité des communications est si importante, si nécessaire à la prospérité du commerce, qu'une manufacture placée même en Angleterre, loin des canaux et des mines, ne peut long-temps

soutenir la concurrence avec celles qui en sont voisines. Aussi toutes les villes florissantes de la Grande-Bretagne, sont coupées de canaux; et celles qui en sont privées perdent successivement leurs fabriques et leur population.

La Flandre Française est plus favorisée que l'Angleterre, par le sol, le climat, l'abondance et le bas prix des matières premières, la modicité des impôts, l'étendue des ressources et la facilité d'établir le système le plus complet d'une bonne navigation; tout y est possible et facile.

Maintenant que j'ai visité une seconde fois l'Angleterre, je puis dire avec plus d'assurance, que si le Gouvernement approuve vos propositions, et lève les difficultés de détail qui les font ajourner, le département du Nord n'aura bientôt plus à redouter la concurrence étrangère, et sera digne de sa première célébrité.

Les canaux, les routes, et les quatre millions nécessaires à leur confection, que vous avez fait voter, et qui ne coûteront aucun sacrifice à l'Etat, vont déterminer l'établissement de fabriques nouvelles, accroître la prospérité de celles qui exis-

tent, étendre la sphère de toutes les branches de commerce, et enrichir les propriétaires des domaines riverains, dont l'accès était jusqu'ici presque impossible pendant huit mois de l'année.

Ces avantages, Monsieur le Comte, seront dûs à l influence de votre administration, et je m'estimerai heureux si je puis vous seconder et contribuer à la prospérité de ce département, en présentant l'ensemble des projets de communications qui manquent à ces belles contrées.

Je suis avec respect,

Monsieur le Comte,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

J. Cordier.

Lille, le 18 Mai 1823.

PRÉFACE.

Les innovations, si souvent dangereuses, obtiennent difficilement par cette raison l'assentiment public, aussi la critique, plus occupée du plaisir de les combattre que du soin de les examiner, s'attache à les poursuivre. Les plus heureuses ne sont admises que par une espèce de prodige, après de longs délais et lorsque les préventions de l'habitude et la puissance de l'inertie sont forcées de céder à l'évidence et à une forte volonté.

Il semble qu'en France surtout, les découvertes (1) et les améliorations doivent être d'abord importées, comme quelques produits de notre sol et de nos fabriques, avant d'être estimées et recherchées par nous.

Avertis par l'expérience, et convaincus en même tems de la facilité de s'abuser sur le mérite des projets de perfectionnement, nous ne les présentons qu'avec défiance, et appuyés par des documens irrécusables.

(1) La découverte de l'application du gaz hydrogène à l'éclairage, celle des machines à filer le lin, à tisser, à fabriquer le papier, à tourner les poulies, dues à des Français, ont d'abord été dédaignées, et ne seront employées en France qu'après avoir enrichi beaucoup de familles et des comtés entiers d'Angleterre.

Nous avons enregistré dans ce volume et le suivant des extraits d'enquêtes faites publiquement au parlement d'Angleterre, des extraits de la nouvelle législation sur les routes; et enfin, la traduction d'ouvrages qui ont force de loi dans l'opinion.

Au moyen du texte qui nous a servi de base le lecteur pourra examiner nos propositions, les confirmer ou les combattre, en les jugeant par les faits recueillis.

Il est à craindre toutefois que peu de personnes ayent la patience de méditer un sujet aussi aride; dans ce cas, les améliorations désirées seraient long-tems attendues, car le succès ne peut être obtenu que lorsque l'opinion publique, maintenant d'accord sur les inconvéniens de notre législation des travaux publics, deviendrait de même unanime sur les perfectionnemens à demander.

Espérons tout du talent et des efforts de nos hommes d'Etat et de plusieurs ingénieurs très habiles; de M. Ch. Dupin, particulièrement, à qui la France, et la science elle-même, ont de grandes obligations, et qui prépare, ainsi que M. Navier, autre ingénieur d'un rare mérite, des ouvrages très importans, sur les travaux publics de l'Angleterre.

La législation que nous présentons n'est pas étrangère à la France: les mêmes principes servaient de base à l'administration particulière

de plusieurs de nos provinces, qui devinrent par l'influence de bonnes lois, les plus florissantes du Royaume et en sont encore les plus riches. Ces faits répondent suffisamment à ces objections trop accréditées, que des institutions convenables à l'Angleterre seraient nuisibles à la France; que nous n'avons pas les mêmes ressources, la même persévérance, le même esprit public. Une expérience toute récente faite en Flandres confirme les heureux résultats obtenus sous Henri IV et Louis XIV, et montre assez que la France pourrait arriver au même degré de prospérité que l'Angleterre et par les mêmes moyens.

Nous avons fait exécuter dans le département du Nord, pour cinq millions de travaux publics, d'après le système de concession adopté en Angleterre, et dans les Etats-Unis; ces premiers succès en promettent de plus grands; des capitalistes, étrangers jusqu'ici à toute spéculation de ce genre, offrent de prendre à leurs risques et périls la concession et l'exécution d'ouvrages publics plus considérables; voulant ainsi attacher leurs noms à des entreprises utiles et honorables.

Cependant ces grands travaux indispensables à la contrée, sollicités avec instance par les communes, les conseils généraux et le Préfet, approuvés par le Directeur-général des ponts et chaussées, sont encore ajournés. Des

délais si préjudiciables font assez connaître la nécessité de perfectionner la législation des travaux publics.

Nota. Quelques soins que nous ayons apportés pour faire paraître en même-tems les deux volumes de cet ouvrage, nos occupations nous obligent d'ajourner la publication du second jusqu'à la fin de 1823.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

La Société se plaît à honorer les Médecins, les Avocats et les Magistrats généreux, qui se consacrent au soulagement et à la défense de l'infortune; mais leurs bienfaits viagers sont concentrés dans les limites de quelques cités. Il n'est donné qu'aux législateurs de constituer une prospérité permanente, de remonter à la source des malheurs publics, d'en préserver des générations entières, et de répandre le bonheur et les richesses dans toutes les classes de la société. Mais des projets si utiles, qu'un seul homme doit tout-à-la-fois concevoir et mettre à exécution, exigent une âme presque divine, et le plus heureux concours de circonstances extraordinaires. Plus le livre de l'histoire s'est grossi par les siècles, plus il faut consacrer d'années à l'étude et à la méditation; moins il en reste pour agir, et plus l'esprit éclairé flotte incertain dans le choix du but et des moyens pour l'atteindre. L'imprimerie, en ouvrant le livre de la science à toutes les classes, a multiplié le danger des erreurs, et offert des armes terribles à la critique et à la malveillance. Il faut maintenant que l'homme d'état, appelé à la réorganisation de la Société, ose lutter contre mille intérêts divers, puisse dominer le présent; et ne cherche de récompense que bien loin dans l'avenir.

Mais si l'héroïsme et le génie sont nécessaires pour modifier la législation du grand peuple, en effacer l'empreinte des révolutions, et le germe de révolutions nouvelles; de bonnes intentions, le bon sens et la persévérance de quelques personnes éclairées, doivent suffire à l'amélioration de

quelques points de détail de l'administration, tels que ceux qui nous occupent ; le succès paraît certain, puisque chacun s'empresse en France de concourir à cette œuvre, qui aura pour résultat de réduire le nombre des malheureux par l'extension des ateliers ; de prévenir les fatigues et les dangers des voyages par le bon état des communications ; d'étendre le cercle de nos jouissances, et surtout de nous affranchir des fabriques étrangères.

Des détails de construction de voitures, de routes et de ponts, quoique minutieux, doivent intéresser les grands propriétaires de terres, de mines et de fabriques etc., auxquels cet ouvrage est adressé. Ils savent que la prospérité de l'agriculture et des manufactures dépend presqu'exclusivement de l'état des communications, et qu'ils resteront exposés à l'influence des saisons et du commerce étranger, jusqu'après l'achèvement de beaucoup de canaux et de routes, et l'adoption d'un bon système d'entretien.

On obtiendra par ces ouvrages, et par le mode d'association pour les exécuter, un avantage moral plus important que les richesses qu'ils doivent procurer ; des hommes recommandables de toutes les classes, souvent rassemblés et toujours unis d'intérêt et d'intention, formeront bientôt une société homogène, inaccessible aux efforts des partis, ennemie des troubles et dévouée au prince et à la patrie. C'est par l'influence de semblables associations que l'Angleterre a perdu l'habitude et le souvenir des divisions intestines, et s'est élevée à un si haut degré de richesse et de puissance. Nous exposerons ce que nous avons vu en France et en Angleterre, et nous tâcherons de montrer que les principes d'administration établis par Henri IV et son digne ministre, seraient également nécessaires à la France du 19.e siècle.

Les ouvrages dont nous avons donné la traduction ne devant servir qu'à comparer les divers systèmes de construction de voitures, de routes et de ponts, adoptés en France et

en Angleterre, nous nous proposons d'examiner chacun de ces objets dans des articles séparés qui seront ainsi intitulés :

Art. 1.er *Des routes de France et du mode de leur construction et de leur entretien.*

Art. 2. *Du système de roulage établi en France.*

Art. 3. *Du rétablissement des droits de barrière pour l'exécution des routes neuves et l'entretien des anciennes.*

Art. 4. *Observations sur l'écrit de M. Storrs Fry.*

Art. 5. *Du système de construction et d'entretien des routes de M. M.c Adam.*

Art. 6. *De quelques travaux publics et de leur influence sur l'état des routes.*

Art. 7. *Des ponts de suspension.*

Art. 8. *Notes sur les routes en fer.*

Nous aurons soin de n'employer ni calculs ni termes techniques, et de ne point perdre de vue que cet ouvrage est destiné à des personnes qui n'ont pas fait une étude spéciale de ces matières.

Art. 1.er — *Des routes de France et du mode de leur construction et de leur entretien.*

Des routes commodes, bonnes en toute saison, ouvertes du centre aux extrémités, et des chefs-lieux de chaque pro-

vince aux villes et villages du ressort, font d'un peuple une seule et grande famille, dont tous les membres, pour ainsi dire solidaires, s'entr'aident facilement en cas de famine, d'invasion ou d'autre désastre public. Les productions des villes et des campagnes, circulent facilement et s'échangent à peu de frais; les relations de société se multiplient; les voyages deviennent plus faciles, plus rapides; l'existence, comme les idées, semble s'étendre et s'agrandir, et, d'année en année, les progrès de la civilisation et de l'aisance deviennent plus rapides.

Dans les pays mal administrés et sans communications, les habitans sont isolés, comme prisonniers et étrangers au monde (1); privés des bienfaits du commerce, ils ont presqu'également à redouter les années d'abondance et de disette, n'ayant nul moyen de transport, nulle possibilité d'échange.

La France placée entre ces extrêmes peut, dans quelques années, surpasser les contrées les plus riches et les mieux admiuistrées; mais pour atteindre ce but on ne doit pas dissimuler l'imperfection des lois, ni inviter la génération au repos par un tableau infidèle de notre prospérité. Persuadé qu'il est nécessaire de faire connaître la vérité, nous rendrons compte des observations que nous avons faites.

Les routes de France sont divisées en trois classes : les routes royales, les routes départementales et les routes vicinales. Nous examinerons leur état, le mode de leur construction et de leur entretien, et le système adopté en Angleterre.

---

(1) Nous avons rencontré dans les vallées les plus retirées et les plus élevées des Alpes, des familles isolées ayant aussi peu d'instruction et d'idées que les sauvages d'Amérique. Si, par une commotion du globe et un nouveau déluge, ces habitans restaient seuls sur la terre, ils seraient incapables de transmettre à leur postérité la connaissance des arts mécaniques les plus simples.

Routes royales.

L'Administration n'a compris dans le nombre des routes royales entretenues aux frais du trésor, que celles dirigées de la Capitale, ou des chefs-lieux de département, aux extrémités du Royaume.

Chaque année l'Administration répartit entre les départemens les fonds alloués pour la réparation des routes; mais comme le budget n'autorise pas les anticipations, elle ne peut admettre les baux à long terme, ni imposer aux Entrepreneurs l'obligation de conserver les routes en bon état, parce qu'elle ne peut accorder chaque année la totalité des fonds nécessaires aux réparations.

Les sommes allouées pour les routes, étant bien au-dessous des besoins, sont employées au rétablissement urgent des parties détruites qu'on remet à neuf; on renonce ainsi à un entretien régulier et journalier, le seul économique et profitable.

Les riverains ayant à leur charge le curement des fossés, les font larges et profonds afin de se clorre; la route est isolée, et le voyageur, placé entre deux précipices, est sans cesse exposé à être renversé, surtout en hiver et pendant les nuits sombres. Des accidens fréquents et les plus graves, constatent les dangers de semblables dispositions.

En France lorsque le mauvais état des routes occasionne la chûte d'une voiture, le propriétaire lézé ne peut obtenir des indemnités, quelque grandes que soient ses pertes, et ne saurait même à qui adresser des réclamations; l'Entrepreneur des travaux n'étant pas responsable de l'état des chemins, et l'Administration se trouvant également hors de cause, puisque son budget ne s'élève pas à la moitié des sommes nécessaires à l'entretien des communications existantes.

En Angleterre chaque route, même vicinale, est bordée sur toute la longueur d'une palissade en bois ou en fer,

d'un mur ou d'une haie vive; et les fossés n'ont jamais plus de trois ou quatre pouces de profondeur; d'où il résulte que des chevaux attelés, abandonnés à eux-mêmes ou conduits par un cocher ivre, ne pourraient renverser une voiture, même la nuit. Aussi n'avons-nous pas aperçu une voiture versée ou brisée, ni entendu parler de semblables accidens en parcourant mille milles, tant en Angleterre qu'en Ecosse.

Les trottoirs, ou marche-pieds, servent aussi de bornes aux voitures et sont placés de préférence du côté des escarpemens.

En Angleterre, où l'entretien des routes est à la charge des paroisses, comme elles perçoivent des péages et des impôts spéciaux suffisants, le parlement les a rendues responsables des accidens occasionnés par le mauvais état des chemins.

Ainsi chaque paroisse paie les avaries des marchandises, les frais de réparation des voitures brisées, les dommages causés aux voyageurs, lorsqu'il est constaté que les accidens ont eu lieu par la profondeur d'un fossé ou d'une ornière, et en général par le mauvais état des chemins; les cours de justice et les assises jugent ces procès, comme ceux entre particuliers.

Ces précautions admirables prises en faveur du commerce et des voyageurs, n'étaient possibles et n'ont été admises que depuis l'époque du perfectionnement des canaux et de la réforme du système de roulage. Les transports des matières lourdes se font par les canaux (1); on adapte des ressorts à presque toutes les voitures.

Nous ne pourrons espérer en France ce beau idéal de la législation des routes, qu'après avoir achevé les grandes lignes navigables entreprises, complетté le système de

---

(1) Dans notre voyage en Ecosse, nous n'avons pas aperçu dix voitures à quatre roues chargées de plus de dix mille.

navigation (1), et surtout modifié le système de roulage, qui est peut-être le plus désastreux de tous ceux connus.

Les routes d'Angleterre sont projetées avec sagacité; la chaussée étant peu bombée et couverte de cailloutis sur toute la largeur, les roues ne suivant pas les mêmes traces, usent la route, sans faire d'ornières. On accorde d'ailleurs pour l'entretien annuel des chemins quatre fois plus, et près de Londres, vingt fois plus de fonds qu'en France. L'examen que nous avons fait des routes et de la législation des travaux publics de la Grande-Bretagne, nous a conduit à proposer, dans l'intérêt du public et des particuliers, de clorre les champs riverains de nos routes; de combler les fossés ou de les placer en dehors des clôtures, de supprimer les accottemens en terre; de les remplacer par des chaussées de cailloutis; de rendre les routes plus plates; de suppléer par des péages à la pénurie des fonds; d'achever le plutôt possible le système de navigation; d'affermer l'entretien des routes par des baux à long terme, et de rendre les adjudicataires responsables de tous les accidens occasionnés par le mauvais état des chemins.

Routes départementales.

Les routes royales étant ouvertes de la Capitale aux extrémités du royaume, ne servent, pour ainsi dire, qu'aux employés et courriers de l'Etat, aux négocians et aux étrangers; elles traversent les grands bassins sans suivre le cours des fleuves, et ne procurent que de faibles avantages aux lieux mêmes qui en sont voisins, en raison de leur

(1) M. Becquey, Directeur général des ponts et chaussées, s'occupe avec la plus vive sollicitude de l'exécution des grandes lignes navigables. Il accueille avec empressement les projets d'amélioration, et tout fait espérer qu'il fera bientôt adopter un meilleur système de roulage et d'entretien des routes.

direction, de la rapidité des pentes et du mauvais état des chemins environnans.

Les routes départementales sont, sans contredit, plus utiles, parce qu'elles sont plus nombreuses et mieux coordonnées avec les besoins des localités, cependant la législation en est fort incomplète; les conseils-généraux de département, doivent, il est vrai, veiller à leur conservation, et ont même le droit d'en augmenter le nombre, selon les ressources dont ils disposent; mais les limites de leur pouvoir sont trop resserrées; ils ne sont autorisés ni à établir des réglemens de police, ni à changer le système défectueux de roulage, et bien moins encore à accroître leurs ressources par des droits de barrière.

On s'est borné jusqu'ici à reconnaître et à réparer, comme routes départementales, celles entretenues autrefois par le Gouvernement, qui ont été abandonnées par lui, d'après un nouveau classement. Ce classement, fait presque au hasard, a froissé nécessairement beaucoup d'intérêts locaux; plusieurs arrondissemens sans routes départementales sont cependant tenus de payer les réparations de celles des autres arrondissemens, dont ils ne profitent pas, et ne peuvent voter des fonds pour des chemins qui leur sont indispensables.

Le mode de réparation est déterminé, et n'est pas laissé aux Conseils des départemens. Aussi remarque-t-on dans le système d'entretien, les inconvéniens de la législation des routes royales, que nous venons de signaler et que les Autorités locales n'ont pas le droit de corriger; les fossés ont trop de profondeur, les accottemens trop d'étendue, les chaussées trop de bombement, et les voitures trop de charge.

La pente en travers de la chaussée, et la crainte de tomber dans les fossés, déterminent les rouliers à suivre toujours le milieu qui est sillonné par deux lignes d'ornières. Les eaux se réunissent dans les flaches, pénètrent le

fond, le détrempent et occasionnent la destruction des matériaux.

Le Gouvernement pourrait remédier à ces inconvéniens par quelques nouvelles dispositions; il devrait classer, comme routes départementales, toutes celles qui unissent les chefs-lieux de département aux chefs-lieux d'arrondissement, et les chefs-lieux d'arrondissement entr'eux; il autoriserait les Conseils-généraux à se procurer les fonds nécessaires, par des impôts, des emprunts ou des péages, pour qu'elles soient toutes ouvertes à une époque déterminée, et toujours entretenues en bon état.

Indépendamment des routes de département, il faudrait en reconnaître d'arrondissement qui seraient exécutées et entretenues aux frais des arrondissemens, sur la demande et sous la direction de ces Conseils. Ces routes iraient des arrondissemens aux chefs-lieux de canton et aux grandes villes voisines.

Le rétablissement du système de péage procurerait les ressources suffisantes pour achever en peu d'années l'ensemble des communications nécessaires, sans écraser les propriétaires ou cultivateurs par des impôts ou par des corvées.

Ces divers travaux comprenant beaucoup de routes maintenant désignées sous le nom de vicinales, les paroisses auraient un grand intérêt et la possibilité de fournir à la réparation des principales routes vicinales.

Routes vicinales.

Chaque village paie des contributions pour exécuter et réparer les routes royales et départementales, les ponts, canaux et ports; cependant, s'il est isolé et privé de communications praticables, il ne retire aucun avantage direct des travaux publics du Royaume; la justice n'exige-t-elle pas que l'Administration s'occupe des moyens de rendre viables les chemins vicinaux, afin de faire partager par

tous les habitans les avantages comme les charges de la communauté?

Les lois existantes n'empêchent point, sans doute, les Conseils des communes de voter des fonds pour la réparation de ces chemins, mais elles ne lèvent pas les obstacles qui paralysent les efforts des Maires et des propriétaires les plus éclairés. Supposons que les sept huitièmes des habitans d'une paroisse, se soient engagés volontairement à payer leur part contributive dans les dépenses d'une route indispensable; les règlemens n'autorisent pas suffisamment la poursuite de ceux qui ne remplissent pas leurs engagemens, ou qui ont refusé d'en contracter.

L'autorité locale est sans cesse arrêtée par ces difficultés ou par les oppositions de quelques propriétaires riverains des chemins à élargir; elle se décourage et renonce à l'espoir d'améliorations toujours difficiles à obtenir, lors même que les réglemens sont plus précis et plus forts. Pour fixer les bases d'une loi sur les routes de paroisse, il faut d'abord classer les personnes intéressées à leur réparation, et déterminer les rapports des bénéfices que chacun doit en retirer.

Un bon chemin vicinal est indispensable; d'abord aux fermiers qui exploitent plus facilement les terres, se procurent des engrais à bon marché, récoltent à peu de frais, vendent chèrement les produits, et se réservent ainsi toutes les économies faites sur les transports; il est également avantageux aux propriétaires qui louent à des prix plus élevés, arrivent avec plus de facilité, et en moins de tems, dans leurs domaines, et trouvent sans difficulté des fermiers et des acquéreurs de leurs troupeaux et de leurs terres.

Les marchands et les artisans retirent de même des bénéfices immédiats du bon état des communications; ils ont le choix et les profits de plusieurs genres d'industrie refusés aux contrées sans communications; surtout le trafic des produits du sol et des marchandises à importer dans

la commune. S'ils profitent plus des routes, ils les dégradent davantage que les cultivateurs.

Le simple manœuvre lui-même achète moins chèrement ce qu'il consomme, et obtient par la prospérité croissante de l'agriculture et du commerce, un salaire plus élevé et un travail plus assuré; il doit donc aussi être appelé à la réparation des chemins, non en donnant de l'argent qu'il n'a pas, mais en fournissant quelques journées ou portions de journées qu'il aurait perdues.

Les travaux de routes, dont la dépense doit peser en grande partie sur les propriétaires, préparent aux ouvriers et à leurs familles des tâches faciles, régulières et bien récompensées.

Ces quatre classes bien distinctes qui forment la presque totalité de la communauté doivent nécessairement être appelées à supporter les frais d'entretien des routes, il reste à fixer dans quel rapport les charges seront partagées, et à quelle autorité la distribution des tâches et l'exécution des lois doivent être confiées. La solution de ces questions est délicate et difficile, et il faut s'attendre à des réclamations, quelque décision qu'on prenne. Mais faut-il abandonner des avantages si grands par de telles considérations, et méconnaître plus long-tems l'étendue des maux occasionnés par le mauvais état des routes? De plus en plus convaincus qu'un réglement, même imparfait, s'il est simple et fort, est préférable au silence ou à l'obscurité de la législation, nous nous hasarderons à fixer la quotité des dépenses, ou du travail à mettre au compte de chaque personne.

Nous avons partagé les contribuables d'une paroisse en quatre séries; 1.° les propriétaires du sol ou des maisons, 2.° les patentés, artisans, etc. 3.° les fermiers ou locataires, 4.° les manœuvres.

Nous diviserons de même les dépenses d'exécution et d'entretien des routes en quatre parties; 1.° les indemnités pour élargissement et redressement; 2.° l'extraction des matériaux

et leur emploi ; 3.° leurs transports ; 4.° les ouvrages en terrasses, et nous chercherons sur quelle classe de contribuables il est plus convenable de prélever chaque dépense.

1.° *Indemnités pour élargissement et redressement.*— Les lois romaines, long-tems en vigueur en France et en partie maintenues, mettent l'entretien des chemins à la charge des propriétaires riverains ; on peut donc avec justice les obliger à fournir le terrain nécessaire à leur élargissement, parce qu'en général ils ont anticipé et doivent restituer le domaine public qu'ils ont envahi. Cependant il peut arriver qu'un petit propriétaire, dont tout le patrimoine longerait un chemin, en perdrait une bonne partie, tandis qu'un riche propriétaire ne serait pas atteint. Dans une pareille matière, il est bien plus important de prévenir les discussions et les querelles toujours animées et dangereuses dans les campagnes, que de suivre à la lettre des lois anciennes ou des coutumes vaguement déterminées ; en fixant une règle invariable, on préviendra les interprétations fausses, les réclamations inutiles ; on simplifiera le travail des commissaires. Chaque particulier supportera avec résignation et sans peine, l'effet d'une mesure qu'il saura générale et que l'arbitraire ne saurait modifier.

« Le conducteur des travaux, étranger au pays, et par » conséquent aux intérêts et passions, dressera le plan du » chemin à réparer, indiquera les largeurs et les surfaces » de terrain à prendre à chaque propriétaire ; le percep- » teur des contributions assignera la classe de chaque por- » tion, et le Notaire de la paroisse prendra une réduite » sur les dix dernières ventes, pour fixer la valeur du ter- » rain de chaque classe : celle des portions de jardins, » maisons, sera fixée par experts, et de même sans appel ; » la somme de toutes les indemnités ayant été ainsi réglée, » il sera levé sur toutes les propriétés bâties ou non bâties, » des centimes additionnels ; jusqu'à concurrence du mon-

» tant des indemnités, y compris frais d'expertise et de
» rédaction de plans. »

Il est à remarquer que cette dépense une fois faite, les propriétaires seront affranchis de toute charge pour cet objet.

2.° *Extraction des matériaux et leur emploi.* — Ces travaux exigent des ouvriers du métier, qui peuvent toutefois s'adjoindre un nombre double de manœuvres. On se tromperait en supposant qu'il y aurait économie à n'employer que des hommes de corvée ou des cultivateurs; il est bien constaté que l'ouvrage fait à la campagne par des artisans qui ont 5 ou 6 métiers, est toujours plus cher et plus imparfait; il faut pour chaque travail d'art un ouvrier qui en ait fait un long apprentissage; la confection des chaussées ne doit être confiée qu'à des paveurs, maçons ou gens du métier, payés à la tâche; il faut donc créer un capital destiné à cette dépense.

« Le montant du devis pour l'extraction et l'emploi des
» matériaux, sera divisé en deux parties égales: l'une destinée
» au paiement, en argent, des paveurs et des matériaux,
» sera prélevée sur les contribuables au marc le franc
» de toutes les impositions; l'autre moitié sera prélevée en
» un nombre déterminé de journées de manœuvre; et la
» répartition en sera faite, par tête, sur tous les habi-
» tans. »

3.° *Transport des matériaux.* — Les chaussées sont usées par le passage des chevaux et des voitures, leur exécution et leur entretien doivent donc aussi être payés, en grande partie, par les propriétaires qui en profitent et les détruisent; ainsi il paraît juste de mettre les transports à la charge des possesseurs de chevaux ou de bœufs. Mais on ne peut exiger que le voiturier charge lui-même et décharge sa voiture, il perdrait beaucoup de tems par de telles main-d'œuvres; il faut séparer le chargement et

le déchargement, et évaluer les journées de voitures en cubes de matériaux à transporter.

« Ainsi, on divisera dans les devis le nombre de cubes à » transporter à une distance déterminée par le nombre des » voitures; le quotient sera la tâche de chaque voiture. » On fixera de même le nombre de journées à employer » au chargement, au déchargement des matériaux et à » leur arrangement sur la chaussée, et la totalité sera » répartie entre tous les habitans résidans dans la paroisse.

» On comprendra dans la répartition les chevaux de » rouliers, de luxe, et les bœufs dont deux compteront » pour un cheval.

4.° *Ouvrages en terrasses.* — « Les travaux de ter» rassement seront faits par les cultivateurs, sous la direc» tion d'un chef ouvrier intelligent, et seront divisés en » autant de tâches que l'on compte d'habitans mâles de « l'âge de 14 à 60 ans; on évaluera la tâche en journées et » le prix de la journée selon l'année et la saison. »

» On laissera la faculté à chaque contribuable de faire la » tâche fixée, ou de payer le montant de l'évaluation, au» quel cas les commissaires des travaux pourvoiront à leur » exécution. »

Telles sont les bases simples d'après lesquelles on répartirait les travaux et dépenses à faire pour ouvrir et entretenir les routes vicinales.

On remarquera que la première dépense, celle relative aux indemnités, n'est à faire que la première année et seulement sur les chemins trop étroits; c'est donc principalement l'évaluation et la répartition des trois autres parties qu'il est essentiel de bien déterminer, afin que chaque intéressé ne soit imposé que dans le rapport de ses ressources et des avantages qu'il peut retirer des travaux. Si on laissait aux agens particuliers de chaque paroisse le droit de fixer à leur gré et arbitrairement les dépenses à faire en travaux d'art, en transports, en main-d'œuvre,

il n'y aurait nulle similitude de commune à commune, nul accord entre les habitans d'une même paroisse; la loi doit donc prévenir les difficultés et les incertitudes, et garantir l'autorité des reproches de l'arbitraire et des réclamations. L'expérience nous ayant fait connaître la tendance qui porte chaque homme et surtout les réunions d'hommes à toujours ajourner, à confondre la lenteur avec la prudence, nous pensons que la loi doit imprimer l'action, et ne laisser aux agens chargés de l'exécuter que la surveillance et la direction; ainsi, dans l'application de ce principe à la matière, il faut chaque année créer un capital déterminé, le partager d'une manière fixe et invariable sur chaque contribuable, et rendre ensuite les autorités locales responsables de l'emploi des fonds ou des journées.

Tout habitant d'une paroisse dispose de plus de trente jours par an, sans résultat utile pour sa famille et la communauté; il perd ce tems à visiter des marchés, des foires, et en voyages inutiles; on peut sans inconvénient le taxer à donner dix journées de travail, ou plutôt à faire une tâche évaluée à dix journées; tels étaient l'esprit et le texte des lois anciennes. Mais cette imposition ne peut être corporelle et forcée, on doit laisser le choix ou de payer le prix fixé de cette charge, ou de faire une tâche équivalente.

Tous les contribuables quelconques paieraient de même ensemble, chaque année, au marc le franc de leurs contributions, une somme égale au montant total des dix journées des hommes.

Chaque propriétaire de chevaux ou bœufs, donnerait de même dix journées, ou plutôt ferait une tâche correspondante à dix journées, avec la faculté d'en payer le montant fixé et de s'affranchir ainsi de tout travail en nature.

Par ces dispositions, le prolétaire est tenu de travailler

gratuitement, il est vrai, à un ouvrage qui lui est directement peu profitable, mais on crée une quantité considérable de travail à faire; la tâche de chacun achevée, il s'acquittera de celle des propriétaires et reconnaîtra bientôt qu'une telle législation assure son existence et celle de sa famille. La route terminée, chaque ouvrier pourra d'ailleurs s'établir voiturier et faire plus usage des communications nouvelles que le plus riche propriétaire de la paroisse.

Il reste à décider, par qui, du propriétaire ou du fermier, l'impôt nouveau doit être supporté; ce cas n'ayant pas été prévu. Le fermier obtiendra, il est vrai, une grande économie de transports et de faux frais, mais si le bail est court, il aura fait la dépense d'une amélioration qui ne profitera qu'au propriétaire; si le bail est long, le propriétaire doit-il acquitter seul le prix d'une entreprise qui ne sera pendant long tems profitable qu'à son fermier? D'un autre coté, il est impossible de se jeter dans toutes les exceptions et cas particuliers, nous pensons que pour tout compenser, moitié de la taxe doit être acquittée par le fermier et moitié par le propriétaire, quelque stipulation contraire à cette mesure qui ait été faite par des contrats.

Cherchons maintenant le montant du capital que nous venons de créer.

Supposons qu'une petite paroisse ait une population de cinq cents âmes, le nombre des mâles valides de 14 à 60 ans, est d'environ cent. Dix journées à 1 franc l'une, pour chaque habitant de cette classe, donnent... 1000 fr.

Prélèvement semblable fait sur les contributions de tout genre....................	1000
Travail de chevaux, bœufs...............	500
Total par an......	2500

C'est-à-dire, environ cinq francs par personne de tout âge et de tout sexe, et pour toute la France, environ 150,000,000 francs.

Cette somme paraîtra excessive au premier aperçu; mais elle est peu au-dessus du montant de toutes les corvées et taxes extraordinaires imposées autrefois pour le même objet, et on sera forcé de convenir que la mesure proposé n'a aucun des inconvéniens de cet ancien droit féodal qui avait donné lieu à de si graves abus.

Il faut d'aussi grandes taxes pour donner à la France les routes vicinales qui lui manquent, et alimenter chaque année, et dans chaque commune des ateliers où les manœuvres puissent trouver en toute saison une tâche assuree. Une semblable ressource qui ne donnerait lieu à aucun frais de perception et d'emploi, procurerait des avantages incalculables, et pèserait moins sur les contribuables qu'un impôt trois fois moindre, prélevé par l'Etat dans le même but. Le capital national serait augmenté, non seulement de la totalité des travaux exécutés, mais aussi de l'accroissement des valeur des propriétés, des usines et de tous les établissemens.

On ne saurait trouver un moyen de prospérité aussi général, aussi facile et plus vivement réclamé.

Nous avons cherché à évaluer les frais et pertes occasionnés chaque année en France, par la difficulté et le mauvais état des communications; nous avons trouvé qu'ils étaient de plusieurs centaines de millions.

On peut assurer que le mauvais état des routes vicinales est la principale cause qui tient la plus grande partie des campagnes dans un état voisin de la misère, tandis que les contrées voisines, traversées par de bonnes communications, présentent l'aspect de la richesse et du bonheur.

Les fonds destinés à la réparation des routes vicinales

étant ainsi assurés, il reste à constituer l'autorité locale qui doit veiller aux dépenses et diriger les travaux.

Nous prendrons pour base les principes de l'administration des wattringues dans l'arrondissement de Dunkerque, et ceux de la législation anglaise, citée comme modèle par les écrivains les moins favorables aux innovations.

« Tous les Electeurs, ou en cas d'insuffisance, les trente » principaux propriétaires de chaque commune se réu- » niront à la mairie, nommeront cinq commissaires qui » seront chargés de la confection des chemins vicinaux.

» Les membres de cette commission resteront cinq ans » en place; cependant, et pour la première fois, il en » sortira un à l'expiration de la seconde année, et ainsi » de suite et de manière qu'ils soient renouvellés par cin- » quième chaque année.

» Les Commissaires sortans pourront toujours être » réélus.

» Ils seront chargés de faire rédiger les projets de » réparation, de veiller à l'exécution des travaux, de » passer des marchés ou adjudications, de nommer un » percepteur et un préposé à la direction des ouvrages, » de fixer leurs appointemens, de vérifier les comptes, de » révoquer ces agens et de les remplacer.

» Les Commissaires régleront le montant des indem- » nités à payer pour l'élargissement des chemins, l'ou- » verture des carrières et autres expropriations de toute » nature, en se conformant aux règles ci-dessus prescrites » pour cet objet.

» Les fonctions des Commissaires seront gratuites, et » personne n'aura la faculté de s'en exempter, ou de né- » gliger de se rendre aux assemblées, sous les peines » fixés aux membres du jury.

» Toutes contestations des propriétaires ou des com-

» munes avec les commissaires, ou des commissaires » d'une commune avec ceux des communes voisines, » seront jugées par l'administration ou les tribunaux; » mais de quelque nature qu'elles puissent être la marche » des travaux ne pourra être suspendue ou ralentie. »

Un réglement établi d'après de semblables bases, remplirait la lacune des lois, et donnerait aux autorités le pouvoir qui leur manque.

On n'aurait plus à redouter l'arbitraire et les abus, l'irrésolution peut-être plus funeste encore, puisque la quotité des travaux à faire, le nombre et le prix des journées, les délais mêmes seraient fixés d'une manière invariable.

Le Gouvernement recule depuis long tems contre les difficultés et n'ose toucher à une branche de notre législation qui porte comme les autres, l'empreinte des factions et en conserve l'imprévoyance; on a craint de réveiller les idées de corvées, de soulever des intérêts ombrageux et des passions mal éteintes, de refuser trop aux uns, d'accorder trop aux autres; on a sacrifié l'avenir d'un grand royaume au repos de quelques hommes pendant quelques jours; maintenant il n'est plus possible de temporiser, de méconnaître le mal, d'ajourner les améliorations; de toutes parts s'élèvent des réclamations fondées, les conseils-généraux, les propriétaires, les manufacturiers se plaignent de l'état des routes vicinales et de l'imperfection de la législation; il n'est personne qui ne soit atteint dans ses jouissances, où ses intérêts, par l'état de barbarie où reste cette branche importante de l'administration.

Aux portes mêmes de la capitale, aux abords de villages considérables, de campagnes délicieuses, les chemins vicinaux exécutés autrefois à grands frais sont laissés dans le dernier état de dégradation; cependant les pro-

priétaires et les fermiers demandent avec instance l'autorisation de s'imposer ou d'établir des droits de barrière, ou de réparer à leurs frais les routes qui leur sont indispensables; l'autorité supérieure (1) reçoit avec intérêt et appuie avec la plus vive sollicitude leurs réclamations; mais le silence de la loi rend la force oisive et la volonté impuissante.

Jusqu'ici nous avons omis à dessein de parler d'un moyen facile d'ouvrir et d'entretenir les routes vicinales, c'est-à-dire, du système de droit de barrière, introduit avec tant de succès en Angleterre, en Belgique et aux Etats-Unis; nous nous proposons d'en discuter les avantages et les inconvéniens dans un article séparé.

Mais ce mode, pour être efficace, doit être le même pour toutes les routes, car le commerce ne manquerait pas de se porter sur celles où il n'aurait rien à payer et qui, par cela même, seraient bientôt détruites. Il est nécessaire que le système de barrière soit établi par la loi et rendu général.

---

(1) Il faut que notre législation des travaux publics soit bien imparfaite, puisque de semblables améliorations n'ont pu être obtenues sous l'administration de M. le comte de Chabrol, qui réunit aux connaissances les plus profondes et les plus étendues, une grande sagacité et une volonté forte et constante de procurer à Paris toutes les améliorations justifiées par l'expérience. M. de Chabrol a entrepris tout ce que nos lois l'autorisaient à tenter, et a procuré à la capitale des ponts, des canaux, des quais, des établissemens pour l'éclairage, et la distribution des eaux, etc., en faisant admettre pour leur exécution le mode de concession, le seul conforme aux saines idées d'économie politique. Si nos lois et le tems lui permettent de compléter ses heureuses pensées, Paris lui devra plus de travaux qu'il n'en a été entrepris pendant un siècle, dans les empires de Russie et d'Allemagne.

Art. 2. — *Du système de roulage établi en France.*

Les fonds employés aux réparations des routes, seront en partie perdus jusqu'à ce que la navigation intérieure ait été perfectionnée et la législation sur le roulage modifiée.

La France adopta en 1798 le système de roulage, de la Grande-Bretagne, sans en admettre le complément indispensable, et sans avoir égard aux circonstances différentes. C'est une mode nouvelle qu'on a plutôt copiée qu'imitée.

Les routes d'Angleterre sont très-belles malgré le système de roulage que nous avons admis et par l'influence d'une législation et des réglemens que nous repoussons.

En Angleterre, les chaussées très plattes et en cailloutis s'étendentsur toute la largeur du chemin; les transports des marchandises se font par les canaux, les ornières sont faibles, peu larges, peu profondes, n'étant formées que par les jantes étroites des diligences et des autres voitures suspendues. Sur de telles routes, un petit nombre de voitures à jantes larges et peu chargées, agissent comme des rouleaux, applanissent la chaussée et ferment les ornières; mais lorsque le chemin est très uni, ces roues trop chargées le sillonnent profondément.

En France, les transports se font par terre et sur des voitures si lourdes, que les matériaux sont réduits en poussière : les chargemens autorisés par les lois, sont si considérables que, sans dépasser les bornes fixées, les roues dégradent rapidement les chaussées et souvent même les détruisent complettement.

Lorsque le système actuel de roulage a été établi, on a cité, à l'appui de la loi, des faits qui, mieux expliqués, auraient dû la faire écarter : on a dit que les roues larges d'une voiture chargée de vingt milliers applanissaient la

route, mais cette action n'a lieu qu'en broyant tous les matériaux saillans. On a dit aussi que ces jantes larges étaient si avantageuses qu'on obtenait une économie de force, en s'en servant même dans les terrains marécageux; il eut été plus exact de conclure que ces jantes ne sont favorables que dans de tels cas qui ne se rencontrent que sur les routes mal entretenues. Lorsqu'une chaussée est coupée d'ornières profondes et étroites, parsemée de fondrières, une roue à jantes larges s'enfonce en général beaucoup moins et exige un plus faible attelage que si les jantes étaient très étroites. Si avant de tolérer un poids de 5, 6 et 7 milliers par roue, on en eut examiné les effets sur les routes nouvellement réparées en pavées ou en cailloutis, l'expérience aurait confirmé l'opposition unanime des cultivateurs et des voituriers, et ce mode de roulage eut été repoussé.

Lorsqu'une chaussée est parfaitement unie et ferme, la pression des roues est uniforme; la jante porte également sur tous les points; nul doute alors qu'une route ne soit également affectée par les roues à jantes étroites, ou par celles à jantes larges, la surface en contact étant proportionnelle à la charge. Mais ces suppositions spéculatives ne peuvent jamais être admises dans la pratique; nos routes pavées, par exemple, étant convexes, les jantes larges qui sont plates ou bombées en sens contraire ne portent que sur les arêtes (1) ou sur le milieu; le pavé est nécessairement ébranlé ou enfoncé. Sur les routes ferrées la dégradation est plus rapide; les cailloux n'ayant en général que le cinquième de la largeur de la jante, portent la charge entière sur leurs parties saillantes et sont écrasés si la surface inférieure est ferme et dure, ou sont enfoncés, et alors les pierres des fondations se soulèvent et la chaussée est

---

(1) La planche 6 montre les effets de ces roues; les détails qu'elle renferme dispensent de plus longs développemens.

détruite. Ni l'art, ni les dépenses ne sauraient prévenir ces funestes effets; et quelque soin qu'on prenne à rétablir les routes, elles ne tardent pas à être flachées et rouagées de nouveau par le passage des voitures trop pesamment chargées.

Notre système de roulage ayant été importé d'Angleterre, nous avons voulu l'étudier sur les lieux et examiner comment il est apprécié; l'ouvrage de M. Storrs-Fry en démontre suffisamment les inconvénients, et son opinion est partagée par tous les gens de l'art que nous avons consultés. Nous avons constaté que ce système est abandonné en Ecosse comme en Angleterre, et qu'on préfère à ces charriots effrayants qui ruinent les routes et les chevaux, les voitures légères et suspendues, au moyen desquelles les marchandises sont transportées plus vite, à plus bas prix et sans avaries. Un tel perfectionnement procure des économies incalcubles.

En France comme en Angleterre, les cultivateurs ont repoussé les roues à jantes larges; tous emploient celles à jantes étroites pour leur usage journalier, et ne se servent des roues larges que lorsque les réglemens leur en font une loi.

Les vices de nos réglemens sur le roulage sont maintenant si bien prouvés que ceux mêmes qui les ont provoqués n'essayeraint pas de les justifier. Cependant on ne peut se dissimuler qu'on éprouvera les plus grands obstacles à les modifier.

Nous avons émis sur ce sujet une opinion que l'expérience justifie de plus en plus. Il paraît juste et indispensable de faire payer les frais de réparation des routes par ceux qui les usent, et en raison des dégradations qu'ils occasionnent. Les cultivateurs, avec leurs voitures attelées de deux chevaux ou de quatre bœufs, ne causent presqu'aucun dommage, et doivent être exempts de toute charge, pour le transport des récoltes ou des engrais; s'ils font des charrois

par spéculation, il est juste qu'ils paient les taxes fixées, comme tous les charretiers.

Les voitures attelées de quatre chevaux dégradent peut-être dix fois plus les routes que celles à deux chevaux ; les droits à payer doivent donc être au moins quatre fois plus forts que dans le premier cas.

Les attelages à six et huit chevaux ne peuvent être proscrits, mais il faut rendre les péages progressifs, proportionnels aux dommages qu'on peut évaluer à cent fois celui occasionné par le transport de la même charge divisée sur des voitures à deux chevaux.

On objectera sans doute que la force des chevaux est variable ; que deux chevaux pesans et vigoureux, conduisent un poids plus lourd que quatre et six chevaux de petite taille. Mais en accordant ainsi une prime aux races belles et fortes, on atteindrait un but important d'économie rurale, on releverait les espèces et on parviendrait à s'affranchir des importations annuelles en chevaux de remonte et de trait.

Deux petits chevaux, il est vrai, usent beaucoup moins les routes qu'un seul cheval de même poids, d'après le principe de la division des charges ; mais les dégâts causés aux routes par les pieds des chevaux, sont insensibles comparés à ceux occasionnés par les roues. Cet inconvénient d'ailleurs est bien compensé par les avantages que procurent à l'Etat les belles races de chevaux dont ce système encouragerait la production.

Nous terminerons cet article en signalant un vice de construction des roues de chariots et charrettes qu'on tolère en France, et qui est défendu ailleurs sous des peines très-sévères.

Les voitures des rouliers et des cultivateurs avec leurs essieux saillans de 8 et 10 pouces et plus en dehors du cercle des roues, occupent une largeur de chaussée plus grande que la voie, brisent les voitures légères, ou les

obligent de se jeter sur les accottemens, et compromettent dans les rues étroites la vie des passans.

Ce défaut de construction est, pour ainsi dire, nécessité par le mauvais état des routes vicinales; les longs essieux donnent aux voitures plus de stabilité.

Ainsi avant de remédier à un abus aussi dangereux, il faut améliorer les routes vicinales; plus tard on pourra défendre aux charrons, maréchaux, de fabriquer de semblables roues, et en ordonner la destruction à une époque déterminée.

Art. 3. — Du rétablissement des droits de barrière pour l'exécution des routes neuves et l'entretien des anciennes.

Nous avons montré ailleurs que dans tous les pays où le système de barrière est établi, les chemins sont bien réparés et en grand nombre; que dans les contrées où les travaux s'exécutent au compte du public, le gouvernement ne fournit pas les fonds nécessaires : les chemins entretenus sont en petit nombre et généralement mauvais; nous avons de même fait remarquer que le système de péage destiné à l'exécution des travaux ne peut être adopté que dans les états sagement et fortement constitués. De nouveaux voyages nous ont fourni de nouvelles occasions de reconnaître ces vérités et de constater que l'opinion des hommes éclairés est unanime sur ces questions.

Nous convenons toutefois que le sytême de barrière, tel qu'il fût essayé en France pendant quelques années, a donné lieu aux plus graves abus; c'était alors un impôt inique, qui tendait à ruiner l'agriculture, à entraver le commerce et à mécontenter toutes les classes de la société. Les droits étaient excessifs et perçus avec une rigueur extrême; les propriétaires, pour ainsi dire, asservis aux percepteurs et à la force

armée, dont ils disposaient, demandèrent unanimement la suppression de cet impôt.

Si le système de barrière ne pouvait être rétabli qu'avec de semblables abus, il faudrait à jamais y renoncer. Mais l'imperfection de la loi sur les barrières et tous les maux qui en furent la suite, ne doivent être attribués qu'à l'inexpérience des législateurs et des agens de l'autorité. Dans les pays voisins, la perception de cet impôt qui excita dans le principe un mécontentement général, se fait maintenant avec facilité, et il n'est personne qui n'en reconnaisse l'utilité et même la nécessité.

On prétend que les droits prélevés sur les voitures nuisent à l'agriculture et au commerce, retardent les voyageurs, les exposent à l'arbitraire des percepteurs, et occasionnent des frais considérables par la mutiplicité des employés. Quelques observations feront voir avec quelle facilité on évite ces inconvéniens.

Nous examinerons chacun de ces griefs qu'on ne cesse de reproduire.

Si les droits étaient prélevés comme autrefois sur toutes les voitures sans distinction du poids, de la nature du du chargement et de la destination; si on percevait aux barrières au-delà des sommes nécessaires au rétablissement des routes; si les fonds reçus n'étaient pas employés à les réparer; un semblable impôt, loin d'être favorable au développement du commerce et de l'agriculture, en consommerait la ruine. Supposons, au contraire que la recette annuelle ne puisse dépasser le montant des travaux nécessaires, ni être distraite de cette destination, que les droits soient proportionnés aux dommages; que la perception se fasse avec ordre, économie et presque sans frais; que les contestations se jugent par un mode prompt, solennel et équitable, il n'est personne alors qui refuse de reconnaître que le système de barrière est l'impôt le plus juste et le plus nécessaire.

Nous tâcherons de montrer qu'il est facile d'atteindre ces divers résultats.

Plus les droits de barrière seront bas et les peines sévères, plus les délits seront rares et la perception facile. En effet, il ne viendra pas à la pensée d'un voiturier de s'affranchir de la taxe, si elle est légère et si la fraude coûte cent fois plus cher que l'impôt; il craindrait tout-à-la-fois l'amende et les pertes occasionnées par les retards.

Mais il ne suffit pas que les péages se perçoivent avec régularité et sans instances, il faut encore que le système de barrière prévienne la destruction des routes et contribue à leur restauration. Ce but sera atteint si les droits sont déterminés d'après les dommages causés aux routes, c'est-à-dire, s'ils sont progressifs et dans le rapport des chargemens ou du nombre des chevaux.

On sait qu'une voiture du poids de 10,000 kil. dégrade souvent plus une chaussée que cent voitures de 5000 kilogrammes et que mille voitures du poids de 500 kilogrammes; la loi doit donc favoriser les transports à un ou deux chevaux, et faire payer par les gros roulages des taxes proportionnées aux dégradations.

Les voitures à un ou deux chevaux qui servent à l'exploitation des fermes occasionnent peu de dommages; on doit les affranchir de tout droit, qu'elles soient chargées ou vides; mais les voitures de même espèce employées au transport des marchandises, donnant des bénéfices d'autant plus grands que les transports sont plus faciles, doivent payer pour les réparations des routes une partie des profits procurés par leur bon état. Il faut évaluer le taux de la taxe à la totalité des dégradations et à une partie des dommages occasionnés par les eaux. Ces droits seront modérés; on ne percevra de péages élevés que sur les voitures de rouliers, de quatre et six chevaux, qui sillonnent les chaussées, détruisent les matériaux, s'emparent du milieu de la route, et par la crainte de leurs

dangereux essieux rejetent sur les accottemens les diligences et voitures légères. Plus la taxe sur les gros roulages sera élevée, plus il en résultera d'avantages pour le pays et pour les routes, parce que le nombre des attelages à quatre, six et huit chevaux diminuera, celui des voitures à un et deux chevaux augmentera, les plus belles races de chevaux se multiplieront.

Les diligences étant lourdes et allant vite, brisent les matériaux saillans et usent beaucoup les routes; elles doivent être imposées à des taxes fortes, mais calculées et payées par trimestre, afin que leur marche n'en soit pas retardée. On laisserait de même passer les voitures de poste aux barrières; le prix des chevaux serait augmenté du montant des droits, et les postillons les paieraient au retour.

Les voitures particulières de voyage passeraient de même librement les barrières; mais les propriétaires de ces voitures et des chevaux de luxe, ainsi que les loueurs de carrosses, paieraient des taxes annuelles dont les produits seraient affectés à la réparation des chemins.

Les hommes à cheval et les chevaux non attelés ne seraient soumis à aucun droit; le dommage est faible et la fraude facile.

D'après ces dispositions, les principaux droits ne pèseraient que sur les gros roulages et sur les diligences qui ne peuvent s'écarter des grandes routes. Les conducteurs ne voudraient pas s'exposer à des peines sévères, en commettant un délit facile à constater.

Puisque l'impôt serait faible, l'amende forte et le délit difficile, la perception coûterait peu (1).

On ne placerait de barrières que dans les lieux de poste, et vis-à-vis des maisons dont le propriétaire ou locataire

---

(1) De semblables droits se perçoivent sans difficulté, et presque sans frais, en Angleterre, en Belgique et aux Etats-Unis; et les routes y sont très-nombreuses et très-belles.

ferait faire la recette par ses enfans, et presque sans frais; on éviterait ainsi les divers abus qui firent repousser avec raison l'ancien système de barrière qu'on ne peut comparer, sous aucun rapport, avec celui ci dessus.

Il reste à constituer une autorité pour juger avec solennité et rapidité toutes les contestations relatives à la perception de ces droits. Nos pouvoirs administratifs déjà établis, ayant des fonctions très multipliées, ne rempliraient qu'imparfaitement une tâche semblable; il faut avoir recours à des moyens nouveaux, simples et puissants. Nous proposons d'instituer un conseil choisi parmi les principaux propriétaires et négocians de la ville ou village à barrière; trois des commissaires seraient chargés à tour de rôle de juger les différents. Des lois fixeraient le mode de nomination des commissaires, la nature de leurs fonctions, le montant des amendes, la perception et la distribution des sommes payées.

Ces commissaires feraient chaque année des rapports aux conseils-généraux de département, sur les moyens de perfectionner la législation des routes, d'en augmenter le nombre et de créer les ressources nécessaires à leur exécution.

Le Gouvernement et le département ayant un grand intérêt au prompt rétablissement des communications, ajouteraient, pendant quelque tems, au produit des barrières les sommes maintenant allouées pour les routes. Ainsi on pourrait disposer de tous les fonds nécessaires au rétablissement de toutes les chaussées anciennes, et même à l'ouverture de beaucoup d'autres également nécessaires.

L'entretien des routes étant assuré, on rendrait les adjudicataires, chargés de leur réparation, responsables de tous les accidents que leur mauvais état pourrait occasionner; les procès intentés contre eux d'après cette disposition, seraient jugés en premier lieu par les commissaires, dont il

est fait mention ci-dessus, et en dernier ressort par des commissaires d'arrondissement ou de département.

Le système de barrière dont nous venons de poser les bases, n'est pas le rêve d'hommes spéculatifs, c'est l'exposé d'une législation profonde, sanctionnée par un siècle d'expérience chez les peuples les plus renommés par la prospérité de leur commerce et les progrès de l'agriculture; c'est le rétablissement de ce qui a été conçu et mis en œuvre pour la première fois en Europe par Henri IV, et son digne ministre.

On pourrait, en moins d'une année, connaître l'opinion des hommes les plus éclairés de France sur cette question, et faire jouir promptement le royaume des avantages de ce système, s'il était approuvé.

Chaque conseil-général pourrait être consulté à ce sujet, et même autorisé à prendre, selon les localités, les décisions qui paraîtraient les plus convenables; le Gouvernement leur confierait la surveillance de l'emploi des sommes accordées par les derniers budjets pour les réparations et constructions des routes, et les conseils voteraient les fonds supplémentaires nécessaires.

Ces sommes, ajoutées aux produits des barrières et aux ressources locales, donneraient la facilité de réparer les autres ouvrages, d'entreprendre les travaux neufs, et d'assurer la prospérité de beaucoup de cantons.

Les ressources que nous venons de créer seraient peut-être deux et trois fois plus considérables que celles maintenant allouées; mais est-il un seul contribuable, qui n'aimât mieux être imposé davantage s'il pouvait jouir incessamment des avantages procurés par d'excellentes routes tracées de commune à commune? N'est-il pas plus économique pour les propriétaires et les négocians, de payer des droits imposés sur les chevaux et les voitures, et de les conserver un nombre double d'années par suite du meilleur état des communications? Quel est le voya-

geur qui refuserait le dixième en sus du prix de sa place de diligence, si ce surcroit de dépense lui ôtait la crainte d'être renversé et blessé, et abrégeait d'un tiers ou même de moitié la durée du trajet? quel est le négociant qui ne serait pas satisfait d'assurer l'arrivée prompte et sûre de ses marchandises par une faible augmentation de peine?

Cette sécurité, cette promptitude et ces garanties sont données aux voyageurs et aux négocians d'Angleterre, d'Amérique et de Hollande, depuis que le système de de barrière y est établi. La France pourrait avant peu d'années se procurer les mêmes avantages.

Nous croyons devoir faire observer de nouveau qu'il faudrait se hâter de perfectionner notre navigation intérieure, afin de rejeter tous les gros roulages sur les communications par eau et de préserver ainsi les routes des dégradations qu'ils occasionnent.

Le même système de péage établi régulièrement sur les canaux, s'il était destiné exclusivement à leur ouverture et à leur entretien, procurerait les mêmes avantages que sur les routes. On peut dire sans crainte d'exagération, qu'il est impossible d'inventer une combinaison plus funeste à un état que l'usage suivi en France d'imposer de fortes taxes sur les bateaux qui contribuent à curer les rivières et à les entretenir dans un bon état de navigation, et d'exempter de tout droit les gros transports par terre, qui détruisent les routes et compromettent ainsi le sort des manufactures et la fortune des fermiers.

En résumé, le système de réparation des routes par les produits des péages perçus sur les voitures, est à la fois le plus simple, le plus efficace et le meilleur. On ne prélève des droits que sur les personnes qui profitent des chemins et qui les dégradent; les cantons privés de communications sont exempts de ces impôts; la taxe est perçue presque sans frais et immédiatement employée; les adjudicataires des travaux recevant la totalité des fonds nécessaires à leur

entretien, sont responsables des accidens occasionnés par leur négligence ; les routes sont par cela même toujours réparées à tems et parfaitement entretenues ; les chevaux se fatiguent moins, les transports se font plus vîte, les accidens deviennent plus rares, l'agriculture et le commerce sont également encouragés et favorisés.

Des droits de barrière reportent sur les canaux les gros transports, augmentent les produits de la navigation et encouragent le système de concession pour l'ouverture des canaux.

Les campagnes isolées, pauvres, sans communications, ne paient plus pour les villes et les contrées riches, et tous les contribuables, obligés de solder les péages, retirent eux-mêmes de ce système des avantages inappréciables ; l'excellent état des routes assure l'arrivée prompte des marchandises, les préserve des accidens, ou donne aux commerçans la possibilité de se faire indemniser aux dépens des entrepreneurs responsables.

Art. 4. — Observations sur l'écrit de M. Storrs Fry.

Deux conditions semblent nécessaires pour obtenir les améliorations proposées dans cet ouvrage : une explication théorique claire, qui persuade les hommes éclairés ; une expérience matérielle simple, qui satisfasse les praticiens et montre jusqu'à l'évidence les avantages d'un changement. L'attention publique une fois éveillée, l'intérêt particulier ne tarde pas à vaincre les résistances et à faire valoir des usages meilleurs.

Tout ce que l'écrit de M. Storrs Fry, renferme d'intéressant et d'utile, est consigné dans des mémoires publiés trente ans plus tôt par l'un des plus grands ingénieurs et physiciens de France, M. Coulomb, membre de l'Institut : mais cet homme d'un si beau génie,

écrivant pour une société savante a cru devoir sacrifier au luxe de la science, et déduire de ses expériences simples, ingénieuses, des formules de haute théorie hors de la portée du public. M. de Prony, Inspecteur-général des ponts et chaussées a traité avec le même talent des questions analogues, et ses ouvrages, destinés aux savans, n'étaient pas mieux connus de ceux qui ont été appelés à la rédaction des lois sur le roulage.

MM. Coulomb et de Prony étaient sans doute les personnes de France les plus capables de tracer des règles certaines sur cet objet, ayant tous deux contribué à reculer les limites des sciences mathématiques et physiques par leurs ouvrages et les résultats d'expériences intéressantes et nombreuses.

Nous aurions pû nous contenter de citer les expériences de Coulomb, que nous avons eu soin de répéter, et d'en déduire les règles que nous proposons.

Mais un tel essai eut été sans influence; nous comptons beaucoup plus sur celle d'un ouvrage très répandu en Angleterre, qui a déterminé dans ce pays les changemens que nous désirons en France.

M. J. Storrs Fry ne présente point une théorie abstraite, et ne vise pas au titre d'inventeur: il expose avec simplicité des vérités faciles à concevoir, et indique des perfectionnemens justifiés par des expériences à la portée de tout le monde; son ouvrage peut être réduit aux remarques et faits suivans.

» Le frottement d'une roue parfaitement ronde, roulant » sur un essieu d'acier poli, dans une boîte en cuivre » tournée, et bien humectée d'huile, est cent fois moindre » que celui d'un rouleau. Les $\frac{29}{100}$ de la force des chevaux » d'attelage sont employés à vaincre la résistance opposée » par le mauvais état des routes.

» La résistance d'essieux faits en bois de mauvaise qua-

» lité et mal travaillés, avec enduit de substances visqueuses, » détruit le 1/9.e et même plus, de la puissance.

» Des matériaux peu durs, boueux, friables, sablonneux, » opposent aux roues une résistance continuelle, et sem- » blable à celle d'un obstacle à passer.

» Les roues agissent comme leviers pour surmonter ces » obstacles; les roues hautes sont par conséquent avanta- » geuses, mais seulement jusqu'à une certaine limite, en » raison du poids qui augmente avec le diamètre.

» Lorsqu'une roue rencontre un obstacle, la force em- » ployée à le passer ou la force perdue est exactement la » même, quelle que soit la vîtesse de la voiture.

» Les traits des chevaux doivent être parallèles à la » route.

» On suppose à tort que l'alongement et l'abaissement » de la charge augmentent la fatigue des chevaux; ces » erreurs donnent lieu aux défauts de nos voitures, et aux » accidents qui en sont la suite.

» La division de la charge sur un plus grand nombre de » roues est favorable aux routes et aux chevaux, parce » qu'il faut moins de force pour faire passer au-dessus d'un » obstacle plusieurs roues de suite, qu'une seule portant le » même poids total, et dont le frottement est beaucoup » plus nuisible.

» Le pavé des rues et le gravier des routes seraient dix » fois moins fatigués et usés par quatre roues chargées cha- » cune de 1625 livres, que par deux roues portant chacune » 2650 livres; la destruction des routes n'est produite que » par l'intensité de la pression.

» Le système actuel des roues à jantes larges paraît faux » et nuisible; une roue de 9 pouces ne porte pas sur le sol » avec plus de trois pouces, une fois sur cent.'

» Le frottement n'augmente pas comme les surfaces en » contact, ni comme le nombre des essieux; mais en raison » de la charge.

» Le tarif des péages doit être réglé de manière à encou-
» rager le plus possible la plus grande division du poids, et
» à empêcher que les propriétaires ou voituriers aient inté-
» rêt à diminuer le nombre des roues.

» Plus les matériaux des routes sont mauvais, plus il
» est important de ne tolérer que des voitures peu chargées.

» Il faut plus de force pour mettre en mouvement un
» corps en repos que pour entretenir le mouvement.

» Il résulte d'expériences répétées avec soin que l'avan-
» tage de l'emploi des ressorts sur une route raboteuse est
» d'un tiers, pour une vitesse par heure de 3 milles 3/4,
» et de moitié pour une vitesse de 5 milles 1/2.

» Une longue pratique a prouvé que trois bons chevaux
» ordinaires peuvent tirer un tonneau (2000 livres) de plus
» sur une voiture à quatre roues, que sur une voiture à
» deux roues, et non-seulement en chaussée horizontale
» unie, mais même sur les routes en montagne.

» Le frottement des essieux augmente en général dans un
» beaucoup plus grand rapport que celui du poids de la
» voiture.

» Les chaussées qui ne reposent pas sur le rocher sont
» plus ou moins élastiques; l'expérience a prouvé que plus
» la route est élastique, et plus les matériaux se conservent. »

Ces faits et autres très intéressans présentés par M. Storrs Fry, ne sont, pour ainsi dire, que les résultats d'expériences faites avec une intelligence supérieure et une attention minutieuse par Coulomb (1). Nous citerons celles qui ont rapport aux questions qui nous occupent et qui doivent servir de base au nouveau système de roulage à établir.

---

(1) Le travail de Coulomb mis à la portée des mécaniciens, carossiers, charpentiers, et surtout des propriétaires, contribuerait au perfectionnement des arts mécaniques et à la prospérité du pays. Il est à désirer qu'un Ingénieur exercé, remplisse cette tâche importante.

La plupart des physiciens avaient admis avec Amontons, que le frottement est proportionnel aux pressions, et ne dépend pas de l'étendue des surfaces en contact. Coulomb a confirmé ce principe, en indiquant toutefois des anomalies curieuses qui résultent de diverses circonstances; il a fait voir que la résistance, nommée frottement, déterminée par l'engrénage des molécules, dépend de la nature des matières en contact, de la pression des surfaces, de leur étendue, de la longueur du tems écoulé depuis que les surfaces sont en contact, ou de la vitesse plus ou moins grande des plans en contact. Il a établi l'influence de chacune de ces causes dans l'intensité du frottement de diverses substances, glissant l'une sur l'autre : nous donnerons l'analyse de ses expériences et de ses remarques.

En plaçant des plateaux de divers bois l'un sur l'autre et les chargeant successivement de plusieurs poids, la résistance due au frottement croît sensiblement pendant quelques secondes ; elle atteint la limite après une ou deux minutes, et ensuite elle est toujours proportionnelle à la pression, quelle que soit l'étendue des surfaces en contact.

Lorsque les fils du bois des plateaux en contact sont à angle droit, le frottement parvient plus vîte au maximum d'intensité, mais le rapport de la pression au frottement est toujours le même.

Le frottement entre les bois et les métaux n'acquiert le maximum d'intensité qu'après un repos très-long de quatre et cinq heures, et plus long pour le cuivre et le bois que pour le fer et le bois.

Lorsqu'on fait glisser des métaux les uns sur les autres, la longueur du tems de repos n'augmente pas le frottement, le rapport de la pression au frottement pour les mêmes corps est toujours constant.

Quand les surfaces en contact qui doivent glisser l'une sur l'autre sont garnies d'un enduit, il faut un tems plus

ou moins long et variable selon la nature des enduits et l'étendue des surfaces, pour que la résistance due au frottement atteigne le maximum. Mais si on réduit le plus possible les surfaces en contact, très-peu de tems suffit pour que la résistance soit la plus grande possible.

Quels que soient les corps en contact et la nature des enduits, le frottement est toujours proportionnelle à la pression, les corps ayant atteint la limite de résistance et les expériences étant faites dans les mêmes circonstances.

Influence de la vitesse sur le frottement.

Frottement des bois. — Le frottement des bois paraît augmenter avec les vitesses, quand les surfaces comparées aux pressions, sont très étendues; le frottement diminue à mesure que les vitesses augmentent, si les surfaces comparées aux pressions sont très petites. Mais dans la pratique, on peut regarder le frottement comme indépendant du degré de vitesse.

Lorsque dans la pratique un pied carré de chêne éprouve une pression depuis cent jusqu'à deux mille et vingt-cinq mille kilogrammes, on peut prendre 9, 5 à 1 pour le rapport de la pression au frottement.

Si on réduit les surfaces en contact aux plus petites dimensions, le frottement diminue relativement aux pressions à mesure qu'on augmente les pressions; il diminue de même à mesure qu'on augmente les vitesses.

Quelque différence qu'il y ait entre les pressions et l'étendue des surfaces, le rapport de la pression au frottement est une quantité constante.

Frottement du bois et des métaux sans enduit. — Le frottement augmente très sensiblement avec la vitesse. Pour une vitesse insensible, le frottement du bois de chêne et des lames de fer est à peu-près le treizième de la pression.

Lorsque la vitesse est à peu près d'un pied par seconde, le rapport de la pression au frottement est d'environ un sixième. Pour un même degré de vitesse, le rapport de la pression au frottement est constant, quelles que soient la pression et l'étendue de la surface en contact.

Les expériences faites pour déterminer la loi des vitesses, conduisent à cette règle, *que les tractions croissant suivant une progression arithmétique, les vitesses croissent suivant une progression géométrique.*

Il est important de faire remarquer que lorsque le mouvement d'une très-petite surface a été continué pendant long-tems, sur de très grandes pressions, la vitesse cesse en entier d'avoir de l'influence sur le frottement.

Du frottement des métaux sans enduit. — Le frottement des métaux glissant les uns sur les autres, sans enduit est indépendant de l'étendue des surfaces et des vitesses; le rapport de la pression au frottement augmente à mesure que les corps se polissent par un mouvement souvent répété.

Du frottement des surfaces avec enduit. — Lorsque les surfaces en contact sont garnies d'enduit, la résistance produite par l'augmentation de vitesse est absolument indépendante des pressions; elle dépend uniquement de la nature des surfaces et de la cohérence des enduits.

Lorsque les surfaces sont très petites et la pression très forte, l'enduit ne résistant pas est écarté des parties en contact; les surfaces se rapprochent et le frottement devient presque aussi grand que s'il n'y avait pas d'enduit.

Quand on fait glisser des métaux l'un sur l'autre avec des enduits de suif, le frottement est très adouci et beaucoup moindre que dans les autres espèces de frottement; mais le frottement augmente beaucoup avec les vitesses

et suivant les mêmes lois observées par les frottemens sans enduit.

Quant les surfaces en contact sont réduites à de petites dimensions, l'enduit de suif n'influe que très peu sur le frottement, parce que la cohérence du suif n'est pas assez forte pour empêcher les surfaces de se joindre.

Le tableau suivant donne le résumé des expériences faites sur le frottement des corps.

Traîneaux de bois et de fer glissant sur des règles de bois ou de fer posées horizontalement.

INDICATION DES CORPS EN CONTACT.	Rapport de la pression au frottement des surfaces.			
	Après un certain tems de repos.		En mouvement.	
	Sans enduit.	Avec enduit.	Sans enduit.	Avec enduit.
Chêne contre chêne......	2 34	» »	9 50	28 20
Surface de contact presque nulle..........	» »	» »	» »	16 70
Chêne contre sapin.......	1 50	« «	6 33	» »
Sapin contre sapin.......	1 78	» »	6 »	» »
Orme contre orme........	2 18	» »	10 »	» »
Fer sur bois de chêne.....	5 08	» »	» »	» »
Vitesse insensible........	» »	» »	12 70	35 10
Vitesse d'un pied par seconde.................	» »	» »	5 90	» »
Cuivre sur bois de chêne..	5 50	» «	» »	» »
Vitesse insensible........	» »	« »	» »	47 10
Fer contre fer............	3 51	» »	3 55	10 »
Fer contre cuivre jaune...	3 80	9 53	4 15	11 »
Idem, les surfaces réduites aux plus petites dimensions..................	6 «	« »	» »	8 80
Idem, sous tous les degrés de vitesse............	» »	» »	» »	8 30

Nota. Ces résultats sont des moyennes sur un grand nombre d'expériences, pour lesquelles les différentes pressions étaient de 1 à 10 et de 1 à 40. Cependant les rapports des pressions aux frottemens n'ont pas différé d'un dixième ; on peut donc admettre les données précédentes comme exactes dans le calcul des machines.

En résumé, il résulte de l'ensemble des expériences, quatre faits remarquables :

1.° Le frottement des bois glissant à sec sur les bois oppose une résistance proportionnelle aux pressions après quelques minutes de repos, maximum de la résistance.

2.° Le frottement des bois glissant à sec sur les bois avec une vitesse quelconque, est encore proportionnel aux pressions; mais la résistance est moindre que lorsqu'on détache les surfaces après quelques minutes de repos.

3.° Le frottement des métaux glissant sur des métaux sans enduit est également proportionnel aux pressions; mais son intensité est la même, soit que les corps soient depuis quelque tems en repos ou en mouvement.

4.° Le frottement des métaux et des bois donne des résultats très différents; son intensité, par rapport au tems de repos, croît lentement et ne parvient à sa limite qu'après quatre ou cinq jours, au lieu que dans les métaux elle y parvient en un instant, et dans les bois en quelques minutes. On remarque encore cette particularité: le frottement croît très sensiblement à mesure qu'on augmente les vitesses. Son accroissement est en progression arithmétique, lorsque les vitesses croissent suivant une progression géométrique; tandis que lorsque les bois glissent sur les bois, et les métaux sur les métaux, la vitesse n'influe que très peu sur les frottements.

M. Coulomb a fait aussi sur le frottement des rouleaux des expériences très intéressantes que nous rapportons.

Les rouleaux étaient de bois de Gaïac et posés sur des règles de chêne très unies.

Rouleaux de bois de Gaïac.

CHARGE DES ROULEAUX, LEUR POIDS COMPRIS.	Forces qui produisent un mouvement continue très lent. DIAMÈTRE DES ROULEAUX.	
	pouces.	2 pouces.
100 livres..................	0 l. 60	1 l. 60
500 idem..................	5 »	9 40
1000 idem..............	6 »	18 »

Nota. Les rouleaux de bois d'orme ont donné un frottement de deux cinquièmes plus grand que les rouleaux de Gaïac.

Ces expériences montrent que le frottement des cylindres qui roulent sur des plans horizontaux, est en raison directe des pressions et inverse du diamètre des rouleaux.

Les enduits n'ont donné aucune diminution sensible dans le frottement.

Frottement des axes.

Il résulte de diverses expériences que la vitesse n'influe pas sensiblement sur les frottements.

Le rapport de la pression au frottement des axes de fer, dans des chappes de cuivre, quand le fer et le cuivre glissent sans enduit l'un sur l'autre, est, terme moyen, de 6, 55 : 1.

Lorsqu'on garnit la chappe de suif bien pur, le rapport

de la pression au frottement est de 11, 50 : 1; avec du vieux-oing, le rapport est de 8, 30 : 1; le frottement a toujours été trouvé moindre que pour les traineaux.

La pression sur l'axe a été déterminée en divisant le poids total appliqué des deux côtés d'une poulie, par le produit du poids qui déterminait le mouvement, multiplié par le rapport du diamètre de la poulie à celui de l'axe ou tourillon.

Dans la pratique comme on ne renouvelle que rarement les enduits, que les pièces en métal exposées à l'air, à la pluie, s'oxident, on ne doit généralement admettre pour le rapport de la pression au frottement sur l'axe, qua 7, 50 : 1.

De nombreuses expériences ont montré que le rapport de la pression au frottement des axes de fer dans des chappes de cuivre, est une quantité constante, non-seulement sous tous les degrés de pression, mais encore sous tous les degrés de vitesse.

Application des expériences de Coulomb au frottement des roues de voitures.

La force qui fait tourner une roue de voiture doit vaincre deux frottements, celui des jantes contre le sol, et celui de l'essieu contre la boîte. Dans le premier cas, une roue est un rouleau dont le frottement est en raison directe des pressions, et en raison inverse du diamètre de la roue; dans le second cas, le frottement est analogue à celui d'une poulie qui tourne sur un axe fixe; il est également en raison directe des pressions, et en raison inverse du rapport du diamètre de la roue à celui de l'essieu.

Nous évaluerons les différentes pressions en prenant pour exemple une voiture à quatre roues, ayant chacune un diamètre de quatre pieds, et un poids de 1000 kilogrammes; un essieu, ou axe en fer de deux pouces aussi de diamètre,

tournant dans une boîte en cuivre parfaitement polie et cylindrique comme l'axe. Nous supposerons que le mouvement a lieu sur un plancher horizontal bien dressé, comme les madriers de bois sur lesquels Coulomb a fait ses expériences.

Coulomb a constaté que le frottement d'un rouleau de six pouces de diamètre et d'un poids de 1000 livres, est de 6 livres : celui d'un rouleau ou d'une roue de quatre pieds et d'un poids de 1000 kilogrammes, serait donc, dans la même circonstance, de 0 kilogramme 75, et pour les quatre roues de 3 kilogrammes. Mais dans le rouleau, la puissance appliquée à la circonférence a pour bras de levier le diamètre : dans les roues elle agit sur l'axe ou sur un bras de levier de la longueur du rayon. Il faut donc supposer, dans le cas ci-dessus, que le rouleau n'a pour diamètre que la longueur du rayon de la roue, et doubler le frottement calculé plus haut. Ainsi le frottement contre le sol, d'une roue de quatre pieds et du poids de 1000 kilogrammes, est de 1 kilogramme 50, et celui des quatre roues, de 6 kilogrammes, c'est-à-dire $\frac{1}{667}$ de la pression totale.

Coulomb a de même constaté, par un grand nombre d'expériences, le frottement des axes : il a trouvé dans le cas ordinaire d'un axe, en fer tourné, d'une poulie ayant une boîte en cuivre pôlie, avec enduit de suif, que le rapport de la pression au frottement rapporté à l'axe est de 11, 50 : 1 ; qu'il est de 8, 50 : 1 avec enduit de vieux-oing. Il pense qu'en raison de la détérioration des métaux et de la décomposition de l'enduit, il ne faut compter dans la pratique que 7, 50 : 1.

On doit prendre en considération, dans l'application de ces expériences aux roues, que les métaux sont parfaitement polis, bien enduits et à l'abri de la rouille. Ainsi le rapport doit être le maximum trouvé, ou 11, 50 : 1. Mais d'un autre côté une roue jouant moins librement

qu'une poulie; il faut prendre un rapport plus faible : nous choisirons celui de 10 à 1.

Fesons l'application de cette donnée au cas que nous examinons.

La puissance dans une roue étant appliquée au centre, et se trouvant ou devant être parallèle à la route, la roue glisserait sans tourner si la jante n'éprouvait pas de résistance : c'est cette résistance qui détermine la rotation sur l'essieu ; on peut donc considérer la puissance qui fait équilibre à la résistance des axes comme appliquée à la circonférence de la roue, au point où elle touche le sol et tangentiellement au cercle : ainsi il faut diviser la pression rapportée à l'axe par le rapport des rayons de la roue et de l'essieu.

Le poids d'une roue dans le cas précédent étant de 1000 kilogrammes, ce nombre, divisé par 10, nous donnera la pression réduite à l'axe ou 100 kilogrammes : divisant ce nombre par 24, rapport du diamètre de la roue à celui de l'essieu, le quotient est de 4 kil. 16, ou $\frac{1}{204}$ du poids total. Ce frottement est donc près de 100 fois plus petit que celui d'un traîneau de même poids, le rapport ayant été déterminé, par les expériences de Coulomb, de 2, 10 à 1.

En resumé, nous venons de trouver pour les quatre roues.

Frottement de la circonférence...	6 kil.	»
Frottement des quatre essieux.....	16	64
Total des frottemens...	22 kil.	64

Le rapport de la pression à la somme des frottemens est donc de 177 : 1.

Nous évaluerons ces frottemens ou la puissance qu'il faut pour les vaincre, en prenant pour unité la force d'un cheval.

La force de l'homme est fixée par Coulomb, terme

moyen, à 25 livres; et celle du cheval par la plupart des physiciens à 7 fois celle de l'homme ou à 175 livres, environ 87 kilogrammes. Un cheval pourrait donc conduire quatre voitures semblables à la précédente sur un plancher parfaitement dressé, ou ce qui revient au même, il conduirait une voiture avec un poids quadruple; les frottemens étant proportionnels aux surfaces et non aux poids.

Cependant dans la pratique on est obligé d'atteler à une voiture à 4 roues, chargée de 4000 kilogrammes; 10 chevaux, ou 8, ou 6, ou 4, où 2, ou 1, selon la nature du chemin ou son état d'entretien, et le degré de perfection des roues.

Comme les voitures bien construites remplissent les conditions que nous avons fixées, ayant des essieux et des boëtes cylindriques et tournées; on peut considérer que la presque totalité de la différence entre les frottemens évalués plus haut et ceux qui ont réellement lieu sur nos routes, doit être attribuée à leur mauvais état de construction et d'entretien.

Il existe des routes de fer où un seul cheval conduit 16 tonneaux; ainsi il n'employe, pour vaincre la résistance, que la $\frac{1}{177}$ partie de la charge: c'est-à-dire que le frottement est dans la pratique le même que celui des expériences de Coulomb.

Sur les routes raboteuses, coupées d'ornières, réparées avec de gros matériaux, il faut 10 chevaux pour conduire 4000 kilogrammes ou 40 chevaux pour 16000 kilog.

On voit donc que le rapport des frottements qu'il faut vaincre, pour transporter le même poids sur deux routes, l'une ferme, solide et parfaitement unie, et l'autre coupée d'ornières, est quelquefois de 40 à 1; mais ce rapport serait de 100 à 1 si nous prenions, pour terme de comparaison, les routes vicinales en terrain naturel considérées dans l'état où se trouve la presque totalité de celles de la France.

On pourrait classer ainsi qu'il suit les routes par rapport au frottement que les chevaux ont à vaincre en raison de leur état plus ou moins bon. Nous supposons comme précédemment une voiture à quatre roues chargée de 4000 kilog. (ou 8 milliers) et cheminant sur une route horisontale.

		Nombre de chevaux.
Route	en fonte de seconde coulée.........	» $\frac{1}{4}$
id.	de première coulée...............	» $\frac{1}{2}$
id.	en pavés de dalles très-unies.......	2 $\frac{1}{2}$
id.	en pavés de grés parfait.[t] entretenus.	3
id.	en cailloutis en très-bon état......	3 $\frac{1}{2}$
id.	en pavés de grés avec flaches.......	4
id.	en cailloutis rouagés.............	5
id.	en blocaille raboteux.............	6
id.	en terrain naturel, terre crayeuse et silicense......................	15
id.	id. terre argileuse..	25

Ces rapports seraient bien plus grands encore, si on faisait entrer dans les évaluations les pentes rapides, les contours forcés, la résistance occasionnée par de gros matériaux mal rangés.

Un propriétaire pourrait à peu de frais prévenir l'excès de frottement qui résulte de la construction grossière des roues et des essieux de ses voitures; mais le Gouvernement a seul le pouvoir de remédier à toutes les pertes occasionnées par le mauvais état des chemins, pertes que l'on peut évaluer chaque année, à plusieurs centaines de millions pour le royaume; c'est-à-dire à une bonne partie du capital nécessaire pour construire à neuf et parfaitement réparer la plupart des routes essentielles.

On peut conclure de ces observations qu'il est de la plus haute importance de fixer incessamment notre législation incertaine sur la réparation des routes vicinales, et de

créer les moyens nécessaires d'entretenir les grandes routes à la charge du Gouvernement.

Il est nécessaire de faire remarquer que le mauvais état des chemins n'augmente pas seulement le frottement de la jante sur la chaussée, il oblige de construire des roues pesantes et des essieux très-gros, de réduire ainsi le rapport du diamètre de la roue à celui de l'essieu, et par conséquent les avantages des roues; enfin d'occasionner l'emploi et la consommation d'un plus grand nombre de chevaux.

Nous nous occuperons d'une mesure dont on pourrait obtenir en peu de tems les plus heureux effets, le réglement de la charge des voitures.

Du poids des voitures, considéré sous le point de vue des matériaux.

Le maximum de la charge fixé par les réglemens aurait dû être déterminé par le maximum de la résistance des matériaux; cette précaution n'a pas été prise, puisque les pierres des chaussées en cailloutis sont réduites en poussière par les charriots des rouliers. Les lourdes voitures, malgré la largeur des jantes, labourent les chaussées en brisant les matériaux, surtout après quelques jours de pluie. J'ai fait constater le dommage occasionné en un jour par une voiture portant 19 milliers; il a été évalué à cinq cents francs; cependant ce chargement est au-dessous de celui fixé pour maximum par les ordonnances.

Ces faits seront justifiés par les tableaux suivants, le 1.er indiquant la résistance des pierres de 0 m. 025 de côté, et le 2.me le poids autorisé des roues de différentes largeurs.

Le tableau ci-après est extrait de ceux dressés avec beaucoup de soin par MM. Perronnet, Gauthey et Rondelet; leurs expériences, faites sur des cubes de 0,05 de côté, sont rapportées à des cubes de 0^{m}, 025 de côté.

NOMS DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE PIERRES.	POIDS porté par un cube de 0m, 025 de côté.
	kilog.
Bazatte d'Auvergne	11000
Porphire	12500
Granit de Normandie	5000
Idem, vert de Bretagne	4090
Idem., id. des Vosges	3870
Idem, grès des Vosges	2640
Marbre noir de Flaudre	4930
Marbre de Flandre dit Cavelas	2520
Marbre blanc veiné	1860
Marbre blanc veiné dit Pons	1620
Lave du vésuve	3970
Grès blanc	5770
Grès très dur roussâtre	5080
Pierre de Compiégne	1370
Cliquart de Meudon	2990
Pierre de Saillancourt	880
Pierre blanche de Tournus	1280
Pierre de Couson (département du Rhône)	1130
Pierre de Verbery	1480
Pierre de Saint-Pierre-Aigle (Aisne)	1000
Chaux franc de Vernon (Eure)	1540
Pierre de Saint Maure (Indre-et-Loire)	1160
Pierre blanche de Seisset (Ain)	226
Pierre de Tonnerre (Yonne)	790
Pierre de Saint-Leu (Oise)	345
Tuf gris de Saumur	280
Horia de Volcan, près de Rome	230
Idem, de Naples	208
Pierre ponce	264
Autre pierre ponce	215

Il est essentiel de faire remarquer que ces pierres ont été choisies dans les meilleurs bancs de la dénomination indiquée; qu'elles étaient sèches et taillées; qu'elles portaient exactement sur toutes leurs faces et pouvaient ainsi résister à la plus grande charge possible; enfin que l'addition d'un poids plus fort que celui indiqué les faisait briser.

Les pierres de même nature cassées irrégulièrement, jetées au hasard sur les routes saturées d'eau, céderaient à des pressions beaucoup plus faibles que celles ci-dessus qui sont le maximum de leur résistance.

Dans les expériences précédentes on n'a évalué que la pression et non le choc; cependant c'est ordinairement par le choc que les jantes agissent; les routes étant plus ou moins raboteuses, les roues s'élèvent et en retombant frappent avec tout leur poids.

Il est nécessaire d'avoir pour les chaussées les mêmes précautions que pour les ouvrages d'art et de ne faire supporter par les matériaux qu'une fraction du poids total qui les écraserait. Dans la construction des ponts et autres ouvrages de maçonnerie, on ne fait porter à chaque pierre que le $\frac{1}{14}$ environ de celle fixée comme maximum. Cette base devrait être de même admise dans les nouveaux règlemens sur la charge des voitures, afin de ménager les matériaux.

Le tableau suivant fixe le poids autorisé par roue, d'après la largeur des jantes.

LARGEUR DES JANTES.	POIDS PAR ROUE Autorisé sur les voitures. A 4 ROUES. En hiver pendant 5 mois à compter du 1 novembre jusqu'au 1 avril.	A 4 ROUES. En été pendant les sept autres mois.	A 2 ROUES. En hiver pendant 5 mois à compter du 1 novembre jusqu'au 1 avril.	A 2 ROUES. En été pendant les sept autres mois.
	kil.	kil.	kil.	kil.
Bandes de 11 cent.[e] de largeur...	»	»	1100	»
Idem, de 14 cent............	»	»	1700	»
Idem, de 17 cent............	»	»	2400	»
Idem, de 25 cent............	»	»	3400	»
Idem, de 11 cent............	»	»	»	1350
Idem, de 14 cent............	»	»	»	2050
Idem, de 17 cent............	»	»	»	2900
Idem, de 25 cent............	»	»	»	4100
Idem, de 11 cent............	823	»	»	»
Idem, de 14 cent............	1175	»	»	»
Idem, de 17 cent............	1675	»	»	»
Idem, de 22 cent............	2175	»	»	»
Idem, de 11 cent............	»	1000	»	»
Idem, de 17 cent............	»	1425	»	»
Idem, de 22 cent............	»	2025	»	»
Idem, de 22 cent............	»	2625	»	»
DILIGENCES.				
Avec bandes de 8 centimètres.	650	650	»	»
Idem, de 11 cent............	680	680	»	»
Idem, de 14 cent............	800	800	»	»
Idem, de 17 cent............	850	850	»	»

La comparaison des deux tableaux précédens, montre évidemment que les matériaux les plus durs ne peuvent résister à la pression des charges autorisées, lorsqu'une roue pesante ne porte, en tombant, que sur un cailloutis de o m. o25 de côté, ce qui arrive fréquemment.

Mais en supposant que le système eut été bien calculé pour la Bretagne, par exemple, où les matériaux sont durs, les manufactures peu nombreuses, les pentes des routes rapides, les chemins difficiles, il n'en est pas moins évident que pour les $\frac{19}{20}$ de la France, la tolérance accordée au roulage est la cause de la destruction des chaussées, et qu'il sera impossible de les maintenir bonnes autant de tems que le décret qui autorise de si lourds chargemens sera maintenu. Il serait nécessaire de fixer, sur la proposition des Ingénieurs, des règlemens particuliers, convenables aux localités, calculés toutefois d'après des bases générales et invariables.

Nous pensons qu'on ne doit plus tolérer de charges au-delà de quatre tonneaux, ni d'attelages de plus de quatre chevaux, et que ceux-ci doivent être assujettis à payer des péages très-élevés, comparés à ceux mis sur les voitures à deux chevaux.

Au moyen de semblables modifications de la loi, l'Administration pourrait chaque année économiser la moitié des fonds qu'elle affecte à l'entretien des routes; employer l'autre moitié à l'ouverture de travaux neufs; augmenter la richesse nationale, et prévenir ainsi les nombreux accidens occasionnés par le mauvais état des communications.

En résumé, d'après le système de roulage adopté en France, les chargemens tolérés par les règlemens brisent les matériaux, détruisent les routes, nuisent au commerce et à l'agriculture, et occasionnent chaque année des pertes incalculables. Il paraît indispensable de modifier les règlemens et de fixer le maximum du nombre des chevaux d'attelage à quatre, et celui du chargement à

un tonneau par roue ; d'augmenter le nombre des ponts à bascule et de créer les fonds nécessaires à l'entretien des chemins par les produits de péages progressivement perçus sur les voitures à 2 et à 4 chevaux ; celles à un cheval étant affranchies de tout droit.

Art. 5. — Du système de construction et d'entretien des routes, de M. Mc Adam.

Avant de publier les extraits suivants, j'ai désiré visiter de nouveau les travaux de la Grande-Bretagne, et étudier le système de M. M.[c] Adam sur les lieux; j'ai parcouru dans ce but, mille milles de routes Turnpike ou à péage et deux cents milles de chemins de paroisse.

J'ai vu avec surprise que ce système inconnu à mon premier voyage en 1815, était généralement adopté en 1822, et suivi avec autant de ponctualité et d'intelligence au fond de l'Ecosse que dans les environs de Londres. Sur toutes les routes, les pierres sont cassé s de la même manière, d'une même grosseur, avec des instrumens semblables, et sont employées par couches de pareilles épaisseur et largeur.

Un changement obtenu en si peu de tems, dans toute l'étendue d'un grand empire ne doit pas être attribué seulemens à la puissance de la loi, il est plutôt dû à l'influence de l'opinion publique éclairée par une discussion solennelle, et à la prévoyance de la législation anglaise, qui institue les hommes les plus recommandables et les plus habiles en comité de perfectionnement, et soumet les institutions et le gouvernement lui-même à l'empire des découvertes.

Dans un tel état, la civilisation qui ne peut être ni rétrograde ni stationnaire, suit de près les traces du génie le plus audacieux et laisse loin derrière elle le passé et les empires voisins. Les comités permanents de travaux

publics, d'agriculture et de commerce du parlement anglais, sont des foyers où les lumières de l'univers sont attirées et concentrées, et d'où elles se répandent par torrens dans tout l'empire. Un propriétaire instruit et riche du continent a moins de moyens de connaître, moins d'habileté à mettre en pratique, une amélioration importante que la nation anglaise tout entière. Ainsi pour l'objet qui nous occupe, on peut dire que cent mille Anglais ont des idées plus justes et plus étendues sur le mode d'entretien des routes que la plupart des hommes de l'art dans les autres états, parce que chaque Anglais s'est trouvé dans la nécessité de lire les opinions des Ingénieurs les plus habiles; d'étudier leur doctrines, de coopérer soit directement à la confection du travail, soit indirectement à la rédaction de nouvelles lois.

Dans un tel pays où la législation met en action tous les hommes utiles, où le talent est une puissance, où toutes les carrières sont ouvertes au mérite, toutes les améliorations sont possibles et faciles.

Un simple particulier, M. M.e Adam, sans nom, sans grande fortune, sans fonction publique, sans instruction théorique, s'occupe avec persévérance du mode de réparation des routes, et en fait, comme simple commissaire, une application isolée et heureuse; il publie sa méthode, en montre les avantages; et en peu d'années les préjugés, les intérêts cèdent; son système devient populaire et l'amélioration des routes générale.

Les principes de ce système ne sont ni nouveaux ni clairement expliqués; mais M. M.e Adam, a eu le mérite d'appeler l'attention publique sur un objet d'une haute importance; d'être la cause des enquêtes faites au comité; et d'avoir obtenu par beaucoup de soins et de vigilance, des avantages non contestés.

Cependant plusieurs Ingénieurs ont montré l'exagération et les erreurs même de la partie théorique du système :

dans les débats survenus entr'eux, l'opinion publique toujours plus clairvoyante que les plus habiles, a su n'adopter de M. M.e Adam que les pratiques et la vigilance; et a continué d'accorder toute confiance à des Ingénieurs d'un mérite supérieur; quoiqu'ils fussent ses antagonistes. Ceux-ci arrivent aux mêmes résultats par des moyens simples et connus et sans admettre l'empirisme du système de M. M.e Adam.

On distingue, dans les travaux des routes, les ouvrages neufs, ceux de grosse réparation et d'entretien, l'administration et le personnel. Nous examinerons sous ces divers points de vue le système de M. M.e Adam.

Constructions neuves. — « Il faut élever le fond de la » chaussée au-dessus du niveau des eaux, se débarrasser des » eaux naturelles et de pluie, maintenir le fond de la route » toujours sec; y placer avec soin plusieurs couches de » pierres cassées d'une grosseur uniforme et du poids de » 6 onces environ, d'une épaisseur ensemble de dix pouces, » et rendre la surface polie, forte et solide.

» La couche de pierres est comme un toît destiné à ga- » rantir la base de la route de toute humidité; il doit être » parfaitement uni et imperméable et fait d'éléments qui » n'aient pas d'affinité avec l'eau.

» On doit choisir les matériaux les plus durs, et en séparer » avec le plus grand soin les parties argileuses, marneuses, » crayeuses et terreuses quelconques. Les pierres étant cas- » sées, anguleuses et de la même grosseur, et plus petites » que la largeur des jantes, s'entrelacent, s'unissent et » forment une masse homogène, compacte et solide comme » une pièce de bois; les plus lourdes voitures usent la route » sans l'entamer.

» Les anciennes méthodes d'encaissement des chaussées, » et de fondation avec de larges pierres, doivent être pros- » crites comme nuisibles et très-chères. L'encaissement est » une espèce de vase où les eaux se réunissent et séjournent,

» et détrempent le fond qui cède ensuite facilement à la » pression des voitures. Les larges pierres placées comme » fondations sont ébranlées et soulevées par l'action des plus » petites agissant sur leurs angles, et reviennent inces» samment à la surface; alors la chaussée toujours ouverte » reçoit les eaux et ne tarde pas à devenir impraticable.

» Que le sol soit de rocher ou marécageux, une épaisseur » de chaussée de dix pouces au plus est toujours suffisante, » si les matériaux sont de la grosseur et de la nature indi» quées, et si la surface est bien entretenue.

Grosses réparations des anciennes chaussées. — » Le » mauvais état des routes vient de la mauvaise qualité des » matériaux, de leurs trop fortes dimensions, de leur iné» galité, du mélange des parties terreuses, et du défaut » d'entretien de la surface. La plupart des anciennes chaus» sées ont une couche de matériaux trop épaisse, qui, bien » ménagée, pourrait servir trois et quatre ans. Il faut » piocher et enlever les grosses pierres sur sept à huit pouces » de profondeur; les briser et les réduire à un volume » uniforme et du poids de 6 onces, en séparer les parties » terreuses, les replacer avec soin pour en former une sur» face unie, ferme et peu bombée.

» Les chaussées neuves, près de Bristol, n'ont pas au-delà » de six pouces d'épaisseur, et quoique très-fatiguées, elles » ne sont pas dégradées.

» Lorsqu'on a une ancienne chaussée de dix pouces d'épais» seur à réparer, on ne doit point y ajouter de nouveaux » matériaux; il faut enlever les anciens, ainsi que nous » venons de le dire, les casser, les réduire à la grosseur » d'un pouce ou du poids de 6 onces, et en remettre les » éclats avec soin sur la route qui aura l'épaisseur et la » force nécessaires.

» On ne doit jamais substituer une chaussée pavée à un » cailloutis; c'est un remède désespéré, conseillé par l'igno» rance; il faudrait au contraire relever tous les pavés, les

» casser et faire de leurs débris une bonne chaussée en cailloutis. Cette méthode, adoptée près de Bristol, a parfaitement réussi, et a procuré de fortes économies.

» En général, les avantages de bonnes routes en cailloutis sur celles en pavés, sont si généralement reconnus qu'on devrait s'opposer à l'extension de celles-ci comme à un mal réel, indépendant des sommes énormes qu'elles coûtent.

» Presque toutes les pierres d'un peu de dureté peuvent être employées à la construction et à la réparation des routes, si on a soin de les purger des parties terreuses, de les casser à la grosseur fixée, de les ranger avec soin et de bien entretenir la surface.

» Lorsqu'on fait usage du gravier, on doit le passer plusieurs fois à la claie pour en séparer le sable et la terre, le laisser exposé quelques mois à la pluie dans le même but et casser toutes les grosses parties. Des cailloux ronds ne s'unissent jamais et ne peuvent former une chaussée ferme et inébranlable; ils restent détachés de la surface et sont sans cesse rejetés vers les extrémités par les roues.

» *Entretien des chaussées.* — Quelque soin qu'on mette à recharger une route de matériaux neufs, les roues y font pendant quelque tems des ornières; il est nécessaire que des personnes soient chargées de les boucher à mesure qu'elles se forment.

» Il ne faut pas, lorsqu'on répare une route, mettre les pierres par tas, mais en poser une pelletée l'une à côté de l'autre, en répandant le tout soigneusement et également sur une grande surface; on ne doit entreprendre qu'un petit espace à la fois, environ 20 à 30 pieds carrés. Il ne faut répandre aucune matière sur la chaussée, sous le prétexte d'unir les matériaux; les pierres cassées s'entremêlent sans addition d'autre corps et forment une surface solide.

» Dans les dépenses d'entretien, le travail des hommes » doit être à celui des chevaux dans le rapport de 3 : 1.

» Des hommes doivent être constamment employés à » curer les rigoles, nétoyer les aqueducs, enlever la boue » produite par les débris des cailloux, faire couper les » haies et les arbres, prévenir les dégradations causées par » les courans d'eau, et ménager sur tous les points un peu » larges et sur les talus, des tas de cailloux parfaitement » cassés et prêts à être employés. »

Observations sur le système de M. Mc Adam.

Les préceptes de M. Mc Adam ne sont, il est vrai, que le résultat d'une saine pratique, et se trouvaient depuis long-tems consignés dans les devis des Etats de Languedoc et dans ceux des ponts et chaussées; mais il a eu le mérite très-grand, sans doute, de parvenir par son activité, ses écrits et sa persévérance, à les faire adopter par la plupart des Commissaires, à les mettre en pratique sur de grandes étendues, à les rendre, pour ainsi dire, populaires et même à déterminer le perfectionnement de cette partie de la législation ancienne. Les instructions rédigées par lui pour les trusts soumis à son inspection, ont été sanctionnées par le Parlement, et sont devenues lois de l'Etat, après avoir été convenablement modifiées.

Nous pensons cependant qu'on peut contester l'explication qu'il donne du résultat attribué à une innovation qui lui est due. D'après lui, les pierres cassées d'une grosseur uniforme, d'un poids environ de 6 onces, se rangent, s'entremêlent, se pénètrent, pour ainsi dire, de manière à former un corps unique, une surface unie et solide qui ne peut être altérée par les vicissitudes du tems, ni déplacée par l'action des roues. Les voitures y passent sans produire de secousse, et par conséquent de dommage.

Cette explication et les avantages attribués au système, ne seraient-ils pas les mêmes si la chaussée était faite comme toutes celles de France, avec des pierres d'une grosseur inégale et décroissante, jusqu'à la surface qui doit être formée par des pierres cassées d'un échantillon moindre que celui fixé par M. M.e Adam. Nous avons exécuté ainsi plusieurs routes en cailloutis en France, et parcouru un grand nombre d'autres aussi belles et aussi solides que celles d'Angleterre, et nous en avons vu construire en Angleterre d'après les procédés français, qui se maintiennent aussi unies et aussi bonnes que celles de l'Inspection de M. M.e Adam.

Si la couche inférieure ou la fondation, formée de grosses pierres est recouverte de couches de moindre échantillon rangées avec soin, et d'une dernière couche de plus petites encore, formant une surface unie, il est impossible que les pierres du fond soient déplacées ni même ébranlées, et puissent revenir à la surface. Un tel effet n'a lieu que lorsque la chaussée n'est pas rechargée, ni entretenue; les ornières alors s'approfondissent et arrivent aux fondations et les pierres du fond remontent à la surface; mais il est évident qu'une chaussée faite en pierres de petit échantillon de même grosseur serait aussi traversée, et que la route deviendrait de même impraticable si elle était également abandonnée.

Dans l'examen fait des travaux et des écrits de M. M.e Adam, une seule idée parait neuve: l'emploi de pierres cassées d'un même poids sur toute l'épaisseur de la chaussée; mais cette innovation semble être aussi peu avantageuse que mal justifiée par les explications hypothétiques qu'il donne.

Des pierres cassées très-irrégulières et très-dures d'un même poids, ne se pénètrent pas mieux et n'adhérent pas plus que si leur grosseur était inégale. Elles laissent entr'elles beaucoup de vide, et sont également susceptibles de mouvement sous de fortes charges; il faut plus de tems

et de dépenses pour casser toutes les pierres d'une même grosseur; et celles-ci ont moins de stabilité que lorsque les dimensions sont différentes.

Supposons qu'on établisse une chaussée avec des pierres cassées d'un poids variable d'une livre à une once, rangées par lits réguliers et de grosseur décroissante, les plus fortes dans le bas, les plus faibles dans le haut, et qu'on remplisse toutes les interstices avec de petits éclats; les points de contact étant par-là plus nombreux, le corps entier aura plus de stabilité, et sera susceptible de plus de résistance. Par la même raison on peut, sans inconvénient, employer de larges pierres aux fondations lorsque les matériaux sont sur place; celles-ci coûtent moins que les pierres cassées et ne sont pas moins bonnes, lorsque la surface est d'ailleurs parfaitement entretenue.

M. Mc Adam prescrit, contre l'opinion d'Ingénieurs anglais très-habiles, de ne point rejetter sur les pierres cassées des matières étrangères destinées à les lier; mais il nous semble que son système de chaussée n'est solide que par l'influence même de la cause qu'il repousse.

Les pierres cassées mises en rechargement et sans liaison avec la chaussée, ayant des arêtes saillantes, sont émoussées, les éclats et la poussière qui s'en détachent remplissent les joints des autres pierres, et produisent nécessairement avec le tems, cette masse compacte que d'autres Ingénieurs anglais obtiennent de suite en retirant avec soin la boue de la surface de la route, et en la répandant sur les nouvelles couches de pierres cassées.

On savait depuis long-tems en France que des fondations en grosses pierres ne sont pas indispensables; les chaussées du Simplon ont été exécutées d'après un système semblable à celui de M. Mc Adam; les Ingénieurs français qui adoptèrent cette méthode comme plus convenable et plus économique dans cette localité, ne pensaient pas que vingt ans après, on l'annoncerait comme une découverte.

Si l'on compare les anciens devis des routes de l'état de Languedoc à ceux de M. Me Adam, on donnera sans doute l'avantage au système des Ingénieurs français, fondé sur des principes mieux justifiés par l'expérience et la théorie. Les routes de Languedoc étaient aussi-bien entretenues et aussi belles que celles de la Grande-Bretagne et les réparations coûtaient beaucoup moins.

Pour comparer les différentes méthodes de construction et de réparation des routes adoptées ou proposées en France et en Angleterre, il est nécessaire de faire la part des circonstances particulières à chacun de ces pays.

En Angleterre, les transports se font sur les canaux, le sol est en général ondulé, plein de mouvemens, les routes ont des pentes plus ou moins fortes et peu de largeur, la terre est plus ou moins sablonneuse et toujours perméable, et on accorde pour l'entretien par lieue de 4000 m. dans les environs de Londres 29,000 fr., dont le quart, ou 7,250 fr., est employé en transports, et les 3/4, ou 21,800, en main-d'œuvre d'après la proportion fixée par M. Me Adam. Il résulte de là que les eaux sont rarement stagnantes, qu'on a beaucoup de facilité à s'en débarrasser; que dix pouces d'épaisseur de chaussée suffisent, et surtout qu'on peut entretenir, par lieue, trente personnes employées à casser et nétoyer les matériaux, à curer les rigoles et aqueducs; à racler la surface de la route; la recharger et la maintenir parfaitement unie. Si ces 30 personnes étaient distribuées uniformément sur la route, chacune n'aurait que 133 m. de long à entretenir; on conçoit qu'aucun parc ne peut être aussi bien tenu.

En France, au contraire, les transports se font par terre et sur les voitures les plus destructives; les routes sont en général trop larges, souvent en plaine et plus basses que le sol et fort exposées à l'action des eaux stagnantes.

On n'accorde, par lieue, que 2000 fr. dont les trois quarts

sont dépensés en achat de matériaux, et le quart seulement en main-d'œuvre; ce qui ne permet l'emploi que d'un seul homme par lieue; il y a donc sur les routes d'Angleterre trente fois plus de personnes occupées à les réparer et à les entretenir, et cependant elles sont peut-être vingt fois moins dégradées par les eaux et les voitures; on ne peut donc exiger les mêmes résultats avec des moyens et des circonstances si différentes.

Il faut que la France se résigne à n'avoir jamais que de mauvaises routes, ou qu'elle s'attache à réformer le système actuel de roulage et à créer des fonds suffisans pour la restauration des chaussées.

Toutes les routes d'Angleterre ne sont pas aussi bien dotées que celles des environs de Londres; mais on alloue à celles de l'intérieur environ huit mille francs par lieue de 4000 m. terme réduit, c'est donc quatre fois plus qu'en France, quoique les routes de la Grande-Bretagne soient moins fatiguées et d'un entretien moins coûteux en raison de l'abondance et du bas prix des bons matériaux sur tous les points de ce Royaume.

En France, il suffirait d'allouer quatre mille francs par an et par lieue, ou le double de ce qui est maintenant fixé, non seulement pour bien entretenir ce qui existe, mais encore pour ouvrir un grand nombre de communications nouvelles également nécessaires.

Nous examinerons une autre assertion de M. M.[c] Adam; il propose de détruire les chaussées pavées, d'en briser les pierres et de les transformer en chaussées en cailloutis; il cite les succès obtenus par de semblables transformations. Comme cette innovation pourrait être importée d'Angleterre en France, ainsi que les voitures à jantes larges et y occasionner d'aussi graves inconvénients, il paraît nécessaire de la discuter.

Une route en cailloutis est sans doute plus douce, plus roulante et en général préférable, lorsque les transports

ne sont ni lourds, ni nombreux, comme en Angleterre; les voitures et les chevaux durent plus et les voyageurs éprouvent moins de fatigues quand elles sont parfaitement entretenues. Mais dans des circonstances différentes, les voitures très chargées brisent les pierres, les réduisent en poussière, ouvrent des ornières et pénétrent jusqu'au fond des chaussées qu'elles détruisent. Alors les transports deviennent difficiles et coûtent plus. Un pavé, au contraire, résiste plus long-tems et ne fait que s'enfoncer, étant soumis à de fortes pressions. Si les voitures légères marchant vîte souffrent plus, les gros roulages se font avec plus de facilité; un cheval tire un plus grand poids sur une chaussée pavée que sur une route en cailloutis; toutes deux supposées dans un même état d'entretien, ou se fatigue moins avec une même charge.

Une chaussée pavée bien faite et bien entretenue a la même supériorité, sur une route en cailloutis, quant aux lourds transports, qu'un chemin en fer sur un pavé. Un pavé en bon état remplit les conditions exigées pour les bonnes routes par M. M.ᶜ Adam lui-même; c'est la couverture la plus mince et la plus imperméable possible, c'est aussi la surface la plus ferme et qui par cela même oppose le moins de résistance et donne lieu au moindre choc et frottement.

On doit donc s'attacher en France, à multiplier les pavés, et à transformer ainsi les routes en cailloutis, jusqu'à ce que l'ensemble des canaux projetés ayant été exécuté, tous les gros roulages se trouvent reportés des routes sur les canaux.

M. M.ᶜ Adam propose encore de supprimer les ponts à bascule et de prévenir les surcharges par un impôt progressif sur le nombre des chevaux; cette régle de taxation nous paraît préférable; elle est facile à fixer, et ne donne lieu à aucune réclamation et à aucun abus. Mais pourquoi se priver d'un moyen facile de prévenir ou de réprimer les excès de chargement qui détruisent les routes, lorsque les

machines existent et ne doivent plus donner lieu aux fraudes dont on se plaint, si les chargemens sont très réduits?

Non-seulement ces ponts contribueraient à conserver les routes, mais ils empêcheraient les voituriers d'écraser leurs chevaux sous le poids de charges trop fortes. Ainsi nous croyons que les ponts à bascule doivent être maintenus, même après qu'il aura été décidé que le tarif des péages sera fixé d'après le nombre de chevaux attelés.

En résumé nous pensons que M. M.e Adam sans avoir découvert de méthodes nouvelles, a rendu un immense service à l'Angleterre par la publication des meilleurs procédés connus d'entretien des routes; par la bonne réparation de celles en grand nombre confiées à ses soins, mais surtout par l'exposition de quelques idées nouvelles, erronées et spécieuses qui ont excité la curiosité publique et attiré l'attention des législateurs. C'est lui qui a déterminé ces enquêtes lumineuses, et provoqué le perfectionnement de la législation des routes dans cet Empire, où le bien est aussitôt opéré qu'apperçu. Cette rare persévérance de M. M.e Adam, son généreux dévouement au bonheur de son pays, lui méritent la même reconnaissance que si ses prétendues découvertes eussent été réelles, puisque les résultats obtenus sont parfaitement les mêmes.

Il nous a paru que l'ouvrage de M. M.e Adam pourrait procurer à la France les mêmes avantages qu'à l'Angleterre. Quelque soins que nous ayons pris à réduire son recueil, on y trouvera encore bien des longueurs; peut être serons-nous justifiés de ne l'avoir pas abrégé davantage en raison de l'importance du sujet; les communications ayant tant d'influence sur la prospérité du commerce et de l'agriculture.

Les observations que nous avons faites sur l'écrit de M. M.e Adam nous dispenseront de commenter celui de M. Wingrove, qui en est une critique.

Nous terminerons cet article par les remarques que nous avons faites dans les précédents.

Il est nécessaire en France d'augmenter les fonds des routes, de créer dans ce but des ressources spéciales et suffisantes; de décupler le nombre d'ouvriers employés à préparer les matériaux et à les mettre en œuvre; d'admettre aux travaux de ce genre des femmes et des enfans; de ne plus reconstruire, mais d'entretenir jour par jour; de laisser, par cette raison, plus de latitude aux Ingénieurs; d'empêcher les dégradations, en limitant davantage les chargemens et le nombre de chevaux; et de multiplier le nombre des ponts à bascule pour constater les délits et les prévenir; et de perfectionner la navigation intérieure afin de reporter sur les canaux les gros roulages qui détruisent les routes. Au moyen de mesures analogues en peu d'années et avec peu de dépenses supplémentaires, les routes de France seraient aussi belles que celles d'Angleterre.

Art. 6. — De quelques travaux publics et de leur influence sur l'état des routes.

En discutant, dans les articles précédents, les meilleures méthodes d'entretenir les routes nous avons montré l'influence de bons canaux sur l'état des communications par terre; nous sommes donc conduits à rechercher les améliorations les plus importantes à faire à notre navigation intérieure et nous les proposons comme les moyens les plus efficaces et les plus économiques de conserver nos routes en bon état.

Nous continuerons à suivre la marche que nous nous sommes tracée; les travaux de la Grande-Bretagne seront comparés à ceux de la France principalement sous le point de vue du système d'impôts établi pour subvenir aux dépenses. Il n'entre pas dans notre plan, ainsi que nous l'avons dit, de donner une description détaillée de ces travaux; qui ne sont d'ailleurs remarquables que par leur quantité et leur variété innombrables; et qui le cèdent

quant à la perfection d'exécution à ceux analogues de la France; mais, il nous importe d'étudier et de bien connaître la cause puissante qui enfante tant de projets utiles, crée les capitaux nécessaires à leur exécution, et fait découvrir les hommes les plus habiles pour les diriger. Ce principe générateur introduit en France, produirait en peu d'années les mêmes prodiges qu'en Angleterre.

Ayant traité des canaux de France et d'Angleterre dans un autre ouvrage, nous n'examinerons dans celui-ci que les ports de commerce et les rivières navigables, considérés sous le rapport de leur influence sur les routes.

Des ports de Commerce. — On ne peut arriver à faire transporter par eau la plupart des marchandises, et à préserver les routes des principales dégradations, que lorsque des canaux nombreux débouchent dans de bons ports de mer; c'est-à-dire, lorsque la navigation intérieure est étendue et parfaitement coordonnée à la navigation maritime. Les ports de mer doivent donc appeler en premier lieu toute la sollicitude de l'Etat.

On peut appeler bon port, celui où les vaisseaux de commerce de tout tonnage entrent facilement à toute heure de la marée, et restent dans des bassins d'eau douce constamment pleins; et mauvais port, un chenal sans écluses, un hâvre sans profondeur, où les bâtimens ne pénètrent qu'avec la marée, et où ils restent à sec deux fois par jour.

Je parcours les côtes d'Angleterre; j'entre dans les ports; j'apperçois partout de vastes bassins à flot remplis de navires et de nouveaux ouvrages en construction, destinés les uns à ouvrir des entrées plus sûres, les autres à garantir les vaisseaux de l'action des tempêtes, d'autres à redresser et creuser la passe; j'étudie les plans des villes et je reconnais que des travaux plus extraordinaires encore sont tracés, approuvés et vont être exécutés.

Je visite les ouvrages en construction ; une force invisible fait les épuisemens, les transports, prépare les mortiers, charge et décharge les navires ; des travaux gigantesques s'élèvent miraculeusement presqu'en l'absence et sans le secours de l'homme. C'est une machine à vapeur qui épuise les eaux d'une vaste enceinte ; c'est une autre machine qui broie la chaux et la brique et fabrique le mortier ; c'est la même machine qui prend la pierre de taille dans un navire, la pose sur un chariot de fer, conduit le chariot sur le mur en construction où la pierre est reprise par une autre machine et déposée à la place qui lui est assignée. Ainsi quelques machines et des routes en fer, dispensent de chantiers étendus, des fausses manœuvres qui doublent les dépenses, d'ateliers nombreux difficiles à conduire et en général des dépenses supplémentaires occasionnées par la complication des moyens.

Les applications ingénieuses faites en Angleterre des machines à vapeur, des grues mobiles, des routes en fer, procurent une économie d'un tiers dans la dépense, ainsi les travaux des docks de Liverpool, que j'ai visités, n'ont coûté que 140 millions au lieu de 210 millions.

En visitant des travaux considérables conduits avec tant d'économie, je me suis souvent fait ces deux questions : comment l'Angleterre a-t-elle pu subvenir aux dépenses des travaux achevés en quarante ans ? Pourquoi la France ne fait-elle pas usage de machines si avantageuses pour leur exécution ?

La récapitulation des sommes excessives dépensées au creusement des bassins et des canaux qui s'y joignent, fait d'abord penser que l'Angleterre emploie à cette destination les impôts levés sur l'Inde et sur toutes les colonies ; mais le premier négociant consulté à Liverpool, à Londres, à Edimbourg, lève les doutes et explique ce mystère. Le gouvernement est étranger à ces entreprises, il se borne à les régulariser et à les protéger :

l'Administration d'une ville lui demande l'autorisation de concéder à une compagnie l'exécution des projets dressés par un Ingénieur, et les droits à percevoir sur les navires qui profiteront des travaux. Elle obtient cette faculté; en peu de tems les fonds sont assurés, les ateliers établis et les travaux poussés avec activité, sans que la ville ait à supporter des charges extraordinaires.

Les capitalistes entreprenant ainsi les ouvrages, à leurs risques et périls, mettent un soin extrême à rechercher les Ingénieurs les plus habiles et les moyens les plus simples. On ne prescrit point à un Entrepreneur de suivre ponctuellement les procédés des siècles précédents; on lui laisse pleine liberté de répéter les découvertes récentes, et d'y ajouter par des essais nouveaux. Partout on remarque des efforts extraordinaires pour innover et dépasser les limites des arts mécaniques. Toutes les tentatives ne sont pas fructueuses; mais à l'aide de cette liberté entière laissée aux hommes de l'art, et par cet esprit aventureux qui les porte aux innovations, une nation marche à pas de géant et laisse loin derrière elle celles qui succombant sous le poids du passé, sont arrêtées par des obstacles insurmontables créés par la complication des moyens.

Il paraît démontré que l'immensité des travaux entrepris en Angleterre, et l'ordre admirable qui préside dans leur construction, sont le résultat de la liberté laissée aux villes et aux comtés de faire exécuter les ouvrages utiles. L'administration des provinces confie les travaux à des compagnies, qui, ayant à leur charge toutes les chances, sont pressées par une sollicitude énergique, travaillent avec ardeur, et manquent rarement de réussir. Si quelques unes trop aventureuses se ruinent, la ville et la contrée intéressées au succès n'en reçoivent aucune atteinte; une nouvelle compagnie achève avec sagacité les ouvrages légèrement entrepris ou mal exécutés, et le pays en retire les mêmes avantages.

Une semblable législation produit les plus heureux résultats; on ne projette que des ouvrages utiles et dans les dimensions les plus convenables; les produits créés par les travaux sont proportionnés aux dépenses, et l'exécution d'un ouvrage, loin d'épuiser les ressources, donne au contraire la possibilité et les moyens d'en entreprendre de plus grands. On évite ainsi les caprices du pouvoir, les abus de la faveur, les prodigalités du luxe, et toutes les rivalités de villes et de provinces. Liverpool ne se plaint pas que le Gouvernement fait moins pour elle que pour Bristol; leurs députés n'ont à solliciter ni secours, ni privilège pour ces grandes cités; le commerce, libre de chercher le point où il est le mieux accueilli, se porte dans les villes, où les bassins et les canaux offrent le plus d'avantages. De là cette active rivalité qui tourne au profit des négociants et de l'Etat, sans consommer la ruine de tel ou tel port : chaque province, chaque ville, a donc une organisation indépendante et forte, et peut ordonner les améliorations nécessaires; ainsi chacune possède un principe de vie, que ni la paix, ni la guerre, ni la détresse même du Gouvernement ne sauraient détruire. Aux époques désastreuses, l'Etat y trouve des secours immédiats et des moyens inépuisables de réparation et de salut. De semblables ressources, et cette puissance de conservation, manquent aux Gouvernements qui tiennent en main le fil de toutes les prospérités, de toutes les existences particulières; un accident le brise, et les provinces abandonnées à elles-mêmes, sans union entr'elles, sans force organisatrice et vitale, languissent ou tombent en proie à toutes les factions, jusqu'à ce que des événemens heureux rétablissent les relations rompues.

De retour d'Angleterre, nous visitons les côtes et les ports du continent; nous n'apercevons plus d'aussi grands travaux entrepris, des ouvrages aussi bien entretenus; nous ne voyons nulle part les mêmes traces d'un accroissement

rapide de richesses particulières, de prospérité publique. Les Gouvernemens voulant tout-à-la-fois administrer l'État, les provinces et les villes, laissent échapper, au milieu d'occupations trop multipliées, l'occasion et les moyens d'améliorer. Les travaux projetés sont ajournés; ceux entrepris souvent abandonnés, ceux achevés rarement entretenus. On n'entend partout que des regrets et des plaintes, on n'aperçoit que des ruines. Lorsque dans un de ces pays de centralisation, l'attention du Gouvernement se porte tout-à-coup sur un point, il devient aussi prodigue qu'il fut parcimonieux; il passe sans cesse d'un extrême à l'autre, admet avec légèreté des dépenses excessives dans un but imaginaire, et n'y renonce que lorsque l'évidence des faits, annoncés par des hommes instruits, apparaît aux moins clairvoyants, sans qu'une semblable et aussi funeste expérience le garantisse davantage de nouveaux écarts.

La France avertie par l'incroyable activité de nos voisins du nord, leur accroissement toujours progressif, et par l'imprévoyance de ceux du midi, et les désordres qu'elle entraîne, doit redoubler de vigilance pour faire refleurir avec plus d'éclat notre commerce maritime longtems négligé. Les moyens sont simples, les résultats importans, le succès facile. Il nous suffirait de vouloir, et bientôt une prospérité plus rapide serait le fruit de notre prévoyance et de nos efforts soutenus.

Nous avons parcouru les ports de l'étranger dans le but de reconnaître les perfectionnemens à proposer en France. Nous donnons les observations que nous avons faites.

La plupart de nos ports de l'Océan n'ont ni entrée sûre et profonde, ni bassin à flot; les navires reposent deux fois par jour sur le gravier ou la vase, et se détériorent rapidement; les bâtimens fins surtout y sont exposés à de fortes avaries (1) et n'y abordent que rarement. Par cette

(1) Une seule pierre mêlée dans la vase molle sur laquelle repose, à marée basse, un bâtiment fin, peut entâmer le bordage et occa-

raison, le commerce avec les Etats-Unis, le plus avantageux de tous, est presque nul. Un capitaine américain redoutant ces plages qui assèchent, préfère débarquer à Liverpool et Bristol; il y trouve des bassins sûrs où son brick reste toujours à flot; des magasins étendus où ses marchandises sont déchargées presque sans frais : il vend à plus bas prix, mais il vend aussitôt, recharge de même et ne fait qu'un court séjour.

Notre commerce ne pourra être florissant que lorsque nos ports offriront aux navires les mêmes facilités; l'établissement de bassins à flot est donc une amélioration indispensable et urgente.

Ces bassins ont d'ailleurs une double destination, ils servent en même-tems de réservoirs pour donner des chasses et pour déblayer l'entrée du chenal. En Angleterre, les bassins communiquent entr'eux et avec l'entrée du port, par de longs tuyaux de fonte de 6 pieds de diamètre et 50 pieds de long, qui s'étendent au-là des ouvrages, et agissent dans des directions différentes, mais combinées. Des portes de fonte en ferment l'entrée, et des crics servent à la manœuvre qui est facile et rapide. En quelques instans les portes sont levées, les eaux pressées dans les tubes par une forte colonne, s'échappent avec violence et entraînent les bancs de sable ou de galets amenés par des coups de vent.

Un tel système dispense de faire des écluses de chasse avec radier étendu et d'une grande dépense. Comme les tuyaux s'étendent bien au-delà des maçonneries, les affouillemens sont faibles et peu dangereux; la direction de l'eau des chasses étant horizontale, toute la puissance, très-rapprochée de la résistance, se porte contre les obstacles placés au-dessus de son niveau.

En France on juge préférable de séparer les bassins de

---

sionne une voie d'eau qu'on ne peut reconnaître et qu'il faut faire couler.

retenue de ceux à flot, et d'établir des écluses de chasse particulières qui n'aient que cette destination, afin de faire les manœuvres dans le tems convenable et à volonté, et leur donner toute l'intensité possible et la plus grande durée. Mais ces chasses, souvent trop actives, occasionnent des affouillemens profonds, et des dépenses premières et d'entretien très-élevées.

On pourrait obtenir, en France, le résultat qu'on se promet par des écluses spéciales, en établissant une suite de bassins à flot d'une profondeur et d'une étendue assez grandes pour recevoir tous les navires et produire des chasses puissantes.

L'action des chasses en pareil cas dépend bien plus de la différence de niveau que du volume écoulé; l'expérience, comme la théorie, montre que les 2 mètres supérieurs d'un bassin ont plus d'effet que les 5 ou 6 mètres suivants. Il importe donc peu de faire usage dans les chasses des tranches inférieures des bassins, et l'on peut de même, sans inconvénient, lâcher un ou deux mètres de hauteur des bassins à flot où les bâtimens sont presque toujours vides et ne prennent qu'un faible tirant d'eau. C'est par des considérations analogues que nous avions proposé de donner au passage du milieu de la nouvelle écluse de chasse de Dunkerque une ouverture de 10 mètres; notre opinion n'a pas été partagée, et cette partie du projet ne sera pas exécutée.

Indépendamment des docks, ou bassins à flot, ouverts à toute marée et à tous les navires, et d'un système de chasse bien entendu, les ports d'Angleterre ont encore plusieurs avantages importans qui manquent à la plupart des ports de France; savoir : 1.° des canaux de navigation qui communiquent avec ceux de l'intérieur; 2.° des docks particuliers entourés de magasins et considérés comme ports francs. 3.° une liberté indéfinie accordée aux particuliers de s'étendre et de choisir pour leurs établissemens, les emplacemens les plus convenables. Nous examinerons l'influence

de ces divers avantages sur la prospérité du commerce et sur l'état des routes.

Canaux de navigatiou débouchant dans les ports — En parcourant Edimbourg, Glascow, Liverpool, on apperçoit sur les côteaux intérieurs les plus élevés, dans les parties les plus basses, des mâts de vaisseaux qui dominent les édifices; on retrouve dans tous les quartiers, à des hauteurs différentes, des canaux qui circulent en tous sens, communiquent d'une part avec le port, de l'autre avec les nombreux canaux de l'intérieur, et passent au pied des grandes fabriques. Les matières premières expédiées de tous les ports du monde, ou des mines intérieures, arrivent dans l'enceinte même des manufactures et sont déchargées par la machine qui sert de moteur à l'établissement. Ainsi les produits des pays les plus éloignés, déposés sur le navire par les naturels de ces contrées, sont reçus directement par les consommateurs ou fabricants sans que la marchandise ait passé par les mains des commissionnaires ou facteurs, et soit chargée des droits toujours excessifs de commission, et d'entrepôt, et réduite de poids et de valeur par des soustractions et des mélanges. Le port le plus médiocre avec des bassins à flot et des canaux est plus fréquenté et plus profitable que le plus vaste et le plus heureusement situé, mais privé de bassin et d'une bonne navigation intérieure.

Nos ports de France manquent en général de canaux, se trouvent isolés, et, pour ainsi dire, plus rapprochés des côtes du nouveau monde que des villes d'une même province; les transports à 30 lieues par des mauvaises routes coûtent plus que ceux des États-Unis en France.

Quelques-uns sont placés à l'embouchure de grandes rivières, mais la navigation en est lente, difficile et même dangereuse; les grandes eaux, les glaces et les sècheresses suspendent les transports un tiers de l'année; cette incertitude fait préférer les chemins de terre.

La plupart de nos ports sont également dépourvus de

bassins à flot, de docks avec franchise, d'établissemens suffisants. Les gênes imposées au commerce détournent celui de la France, le reportent à l'étranger et le font prospérer au détriment du nôtre. Beaucoup de marchandises que nous étions dans l'habitude de fournir aux Etats voisins nous sont importées de ces mêmes contrées avec des droits et des frais excessifs. Les matières premières arrivant ainsi chargées de frais, les produits des manufactures ne peuvent plus se vendre à bas prix et entrer en concurrence avec ceux de l'étranger; la plupart de nos fabriques doivent donc décliner, quelque sacrifice d'ailleurs que fasse le gouvernement pour les faire prospérer. Les pertes occasionnées chaque année au commerce par la difficulté des communications et le mauvais état des canaux et des routes dépassant les revenus de l'Etat.

Il est bien constaté que le commerce ne s'est porté en Angleterre, et n'abandonne nos ports que depuis que les nouvelles lois anglaises, sur la concession des canaux et des routes, ont multiplié les communications, et favorisé la prospérité des manufactures par la rapidité, la sûreté et le bas prix des transports.

Un autre avantage dont jouit le commerce anglais et qui nous est refusé, est peut-être le plus influent, mais le plus difficile à obtenir en France, parce qu'il faut attaquer des préjugés, changer un système établi et froisser bien des intérêts. Les villes de commerce d'Angleterre n'ont ni murailles, ni enceinte, ni limite quelconques; les nôtres sont fermées par des remparts ou murailles, et soumises en tems de paix au régime militaire le plus sévère. Les emplacemens les plus convenables aux bassins, magasins et fabriques, etc., sont occupés par des fossés et des bastions. Pour arriver au port d'un faubourg ou d'un village voisin, il faut passer par des défilés étroits, difficiles, ouverts seulement pendant quelques heures. La nuit, les habitans restent renfermés et toute circulation est interdite. Les enceintes

des villes sont tracées irrévocablement, et quelqu'événement heureux qui appelle la population sur un point, il faut qu'elle se resserre et s'entasse dans des étages élevés et fort incommodes, ou dans des caves malsaines. Il nous semble facile de montrer que des mesures si funestes pendant la paix ne sont pas même justifiées par leur utilité en cas de guerre.

Un port est nécessairement au bord de la mer dans un endroit bas, dominé par des côteaux ou des dunes. Le système de fortifications de ces villes, inventé à une époque ou l'artillerie était inconnue, est maintenant défectueux et inutile depuis les progrès de l'art de l'attaque. L'ennemi maître de la côte, trouverait, sur les hauteurs qui dominent nos ports, des positions excellentes pour brûler les édifices et les navires, et causer en peu de jours tous les desastres qu'on peut craindre. Que lui importerait ensuite de prendre ces villes en ruine, des remparts dominés par des positions où il aurait plus tard les mêmes dangers à courir? Un tel système de défense, ruineux pendant la paix, est inutile et défectueux pendant la guerre.

Ne serait-il pas plus profitable et à l'Etat et au commerce de démolir ces remparts inutiles, de laisser les habitans circuler, et choisir les emplacemens les plus convenables à leur spéculation; de séparer les troupes des habitans, et de reporter les fortifications sur tous les points forts d'assiette des environs? Ne devrait-on pas employer les moyens nouveaux et puissans de défense et laisser plus de latitude à un si grand nombre d'officiers du génie du plus rare mérite, qui ont reconnu les vices du système actuel, osent à peine en proposer un meilleur, et ne peuvent exécuter les projets admirables qu'ils ont conçus?

On dira que l'Angleterre, protégée par la mer, a pû adopter un système de fortification favorable au commerce, parce qu'elle doit se borner à défendre par des vaisseaux l'accès des côtes et l'embouchure des fleuves. Mais l'Angleterre et l'Ecosse ont été plusieurs siècles en

guerre et cependant la plupart des villes voisines de ces deux contrées ont toujours été ouvertes. Nos villes de Bretagne, de Normandie, etc., sont parfaitement dans la même situation, et pourraient être défendues, d'après le même système, beaucoup mieux que maintenant, sans enfermer les habitans et sans nuire au commerce.

On voit par-là que tout est enchaîné dans l'organisation intérieure d'un état, et qu'une erreur, en apparence isolée, entraîne des pertes générales et les plus funestes conséquences. Les efforts qui auraient pour but d'améliorer quelques détails de notre législation seraient infructueux, si on ne se hâtait de reprendre sous œuvre l'ensemble de l'édifice pour en reconstruire les bases et en réparer tous les étages.

Nous avons cherché les moyens de conserver les routes, et nous avons été conduit à montrer qu'il fallait améliorer nos ports, y construire des bassins à flot, des docks francs, y faire déboucher des canaux et établir ainsi avec l'intérieur des communications par eau multipliées et faciles.

Cette tâche remplie, le but ne serait pas encore complètement atteint, il faut encore améliorer la navigation des rivières, les lier avec les canaux artificiels, et former un système de lignes navigables qui traversent toutes les provinces, arrivent aux principales villes et remplacent les routes avec avantage. Nous sommes ainsi conduit à faire quelques observations sur la navigation des rivières, ou plutôt sur les barrages qui servent à les canaliser.

Des barrages (1) *et écluses sur les rivières.*

Long-tems la mode, l'influence des personnes étrangères aux arts et la tendance du vulgaire à préférer l'extraordinaire à l'utilité ont entraîné le Gouvernement à des entreprises hasardeuses de canaux difficiles. On jugeait le mérite de semblables ouvrages par la longueur des souterrains et les difficultés vaincues ; il semblait qu'étonner les oisifs ou satisfaire la curiosité des étrangers étaient les seuls buts à remplir.

Ces opinions répandues par ceux mêmes qui devaient les proscrire ont occasionné des pertes incalculables. Un emploi aussi préjudiciable des ressources publiques, la préférence accordée à des ouvrages presque impraticables, ont forcé d'ajourner la restauration des ouvrages les plus nécessaires, et l'exécution des projets les mieux combinés. Maintenant l'opinion publique, éclairée par une funeste expérience, a reconnu que ces ouvrages extraordinaires ne seraient d'aucune utilité, si la navigation des rivières où ces canaux déboucheroient, n'était pas facile et bonne en toute saison et qu'il faut par cette raison, appliquer les premières et principales ressources, à la canalisation des rivières. Pénétré de cette vérité, j'ai cherché à connaître tout ce qui a été fait de plus important dans la Grande-Bretagne, afin de rédiger avec plus de maturité les projets analogues dont je pourrais être chargé.

J'ai remarqué en visitant les rivières navigables d'Angleterre et d'Ecosse que le même esprit d'économie qui a présidé à la construction des canaux a dirigé les Ingénieurs dans l'exécution des barrages.

(1) Les barrages pouvant être considérés comme les ouvrages les plus importans de tous ceux à construire sur les rivières, nous entrerons dans quelques détails sur leurs constructions.

Chargés par des compagnies de rendre des rivières navigables et de créer des chûtes ou des moteurs pour des usines, ils ont constamment plié leurs projets à cette condition impérieuse que les avantages obtenus doivent dépasser les intérêts des capitaux employés.

Si ce principe d'économie, qui est la règle de conduite des propriétaires des associations, des Ingénieurs et du gouvernement lui-même, n'est pas toujours observé, on ne peut en attribuer la violation qu'à l'inhabileté des Directeurs et non à leur volonté.

L'influence de cette loi souveraine en Angleterre qui ordonne de tout sacrifier à l'utilité, se montre dans l'ensemble et les détails de tous les projets. Les Ingénieurs anglais s'imposent l'obligation de faire des ouvrages solides aux plus bas prix possibles. Ils dédaignent les ornemens et le luxe, et sacrifient même les règles de l'architecture et du goût à la condition de dépenser le moins possible; on dirait qu'en projettant les barrages, ils se soient fait ces questions : Quelle est la forme la plus simple, la moins chère et en même tems la plus solide? Quels sont les matériaux qui dans un certain nombre d'années coûtent moins?

Ces Ingénieurs ne s'écartent presque jamais de cette règle qu'il vaut mieux dépenser moins en constructions premières et davantage annuellement en travaux d'entretien. Ils préfèrent par cette raison, la maçonnerie en moellons et mortier, à celle en pierre de taille; la maçonnerie en pierres sèches à celles de moellons et mortier; et en général le bois à la pierre.

Du reste le choix de ces diverses constructions est aussi déterminé par des circonstances locales, les qualités et les prix des matériaux.

Les barrages que nous avons visités en Angleterre et en Ecosse, au nombre de plus de cent ont été exécutés avec beaucoup de simplicité et de solidité. Il semblerait au premier aspect que ces travaux aient été abandonnés à des

chefs ouvriers sans instruction ; mais en étudiant avec soin les détails de ces ouvrages, on remarque facilement qu'une intelligence supérieure a conçu et dirigé ces projets si bien coordonnés, et que le même Ingénieur, qui faisait ailleurs des docks superbes de 200 millions, avait mis tout son art à combiner les dimensions et les positions des barrages, ouvrages les plus difficiles peut-être et les plus dignes d'exercer la sagacité des hommes habiles.

Quelques personnes qui n'ont vu et n'estiment que les travaux en pierre de taille polie, en bois parfaitement équarri, que les livres où les théories les plus abstraites sont développées pour établir ou confirmer des faits évidents, ont jugé sévèrement ces Ingénieurs, parce qu'ils s'occupent moins de calculs hypothétiques et cherchent plutôt à exercer leur raison, et à étendre le champ des expériences, qu'à composer des systèmes ; l'observateur impartial remarque, en visitant un si grand nombre de travaux, que si les règles sevères de l'architecture et de la symétrie ont été quelquefois violées, celles de la solidité et de l'économie sont scrupuleusement suivies ; il apperçoit partout un esprit d'invention et la tendance aux améliorations. Le caractère de chaque grand ouvrage est empreint du génie de l'auteur qui n'est asservi par aucune forme minutieuse et nuisible. Un Ingénieur anglais, appelé par la confiance du Gouvernement ou des compagnies à la direction d'un grand travail, est libre de combiner à son gré les projets, de les modifier à tous les instans de l'exécution ; il reste maître de son ouvrage, jusqu'au dernier moment. Telle est la cause de cette riche variété qu'on remarque dans les constructions dont chacune est, pour ainsi dire, un essai, une innovation qui tourne au profit de la science ou de l'expérience.

Une si grande latitude accordée aux Ingénieurs et exigée par eux, donnerait lieu aux plus grands écarts, si la nature même des choses n'en prévenait le retour. Un Ingénieur n'est chargé de la direction d'un grand travail que

lorsqu'il s'est fait connaître, qu'il donne la garantie de talens consommés et de succès non contestés.

Ils se sont exercés à connaître par des expériences en grand, la force, l'élasticité, la ténacité des matériaux; ils ont soumis des volumes considérables de chaque espèce à de nombreuses épreuves, à l'aide de machines d'une force prodigieuse, et au lieu de conclure de l'infiniment petit à l'infiniment grand, en opérant sur des atômes et employant des théories subtiles et contestées, ils ont déduit d'une suite de faits importans, les analogies essentielles qu'ils ont mises à la portée des mécaniciens. Il résulte de cette marche qu'on évite dans la pratique les plus grandes erreurs, ou qu'on est dispensé d'entreprendre de nouveaux tatonnemens souvent préjudiciables.

Les barrages ou déversoirs en maçonnerie non éclusés sont établis d'après des principes uniformes; on les fait incliner d'environ 45°, d'une longueur entre une fois 1/2 ou 2 fois celle de la rivière; ils sont verticaux à l'amont et très-alongés à l'aval. Ils présentent en général, dans le profil trois lignes: l'une convexe, la seconde concave et la troisième droite, horizontale et plus longue que les deux autres. On leur donne une section telle qu'ils offrent sur tous les points une égale résistance; l'épaisseur est réglée d'une part, par la pression de l'eau de la retenue, et de l'autre, par le choc dans les plus grands débordemens. Les dimensions de chaque partie sont déterminées par le régime du fleuve et la nature des matériaux employés. Le trop plein de la rivière se déverse, tombe avec violence sur une maçonnerie très-basse et recouverte d'une lame d'eau d'autant plus élevée que le fleuve a plus de volume; son action s'amortit, le courant se répand sur une grande surface, devient horizontal et s'échappe sans altérer le fond.

Faire un barrage solide, avec des dispositions telles qu'il y ait peu de gonflement à l'amont, peu d'affouillement au pied, et obtenir ces résultats au plus bas prix possible, sont

les conditions essentielles à se proposer et qui ont été généralement remplies dans les travaux que nous avons visités. Plus la ligne du barrage est inclinée par rapport au courant, ou plus elle est longue, et plus les eaux excédentes ont de facilité à s'échapper; moins le régime de la rivière est changé pour une même hauteur de barrage, moins il y a de gonflement à l'amont, de cataracte et d'affouillement à l'aval. L'économie peut seule prescrire de réduire à de justes propositions la longueur du barrage.

De même, plus le profil est allongé, plus l'eau, dans sa chûte et dans les réactions des flots, perd de sa force, et moins elle a de tendance à faire des affouillemens : mais la forme du profil n'est pas indifférente ni pour les résultats, ni pour la dépense. Si le déversoir à l'aval était vertical ou même d'une seule pente, il est évident que l'eau en tombant creuserait une fosse, affouillerait le pied de l'ouvrage, et en déterminerait la chûte dans le cas même ou des pieux en défendraient les abords.

Plusieurs motifs doivent donc déterminer à chercher le profil le plus convenable : l'expérience comme la théorie montre qu'il doit être d'abord concave, ensuite convèxe, et enfin horizontal, et que plus cette dernière ligne est longue et basse, et plus l'ouvrage a de stabilité. Les deux premières doivent être les plus courtes possibles, afin de réduire le volume des maçonneries et d'augmenter la proportion de la partie horizontale.

Quelque données certaines qu'on ait recueillies sur les dimensions, les proportions et dépenses des barrages en général, on doit le modifier et assujettir ce projet aux circonstances locales, ce qui empêche de faire des applications particulières des principes.

Il est tout-à-la fois plus économique, plus convenable et plus avantageux d'exécuter des barrages plutôt en pierres sèches qu'en pierres de taille. La pierre de taille ne présente aucune aspérité, n'arrête pas, ne détruit point le choc de

l'eau : le courant glisse, conserve sa vîtesse et sa force, et entraîne tout ce qui est au pied de l'ouvrage. Les pierres sèches au contraire, inégales et raboteuses, brisent la lame, la font réjaillir par mille directions ascendantes qui détruisent ou diminuent par le choc, la force des autres lames, en sorte que l'eau ne conserve, au de à du pied, qu'une vîtesse rarement offensive.

Ainsi, il est préférable d'exécuter les barrages en pierres sèches, de leur donner beaucoup d'extension, un long profil, de rendre les lignes concaves et convèxes très courtes, ou très-inclinées, d'alonger la partie horizontale, d'en défendre le pied par de petits piquets, et former la superficie par de fortes pierres implantées, fortement serrées et pleines d'aspérités.

De semblables ouvrages, qui, au premier aperçu, paraissent grossiers, seront jugés sévèrement par beaucoup de monde ; mais les gens habiles reconnaîtront que les conditions de solidité, de convenance et d'économie ont été satisfaites et que la simplicité dans le choix des moyens, et la perfection dans leur emploi, sont les caractères les moins équivoques d'un talent supérieur.

Quoique nous ayons en France plusieurs barrages semblables, construits de même avec la plus grande habileté, nous avons cru devoir citer ceux d'Angleterre et d'Ecosse, afin de justifier les avantages d'un semblable système par un plus grand nombre d'exemples. Le mérite que nous attribuons aux barrages de cette espèce, que nous avons trouvés partout en Angleterre, ne doit pas faire penser que nous en proposions généralement l'adoption dans les projets de canalisation de nos rivières.

Les deux pays, considérés sous le point de vue de la navigation, ne peuvent encore se comparer, et il est nécessaire d'en constater les différences les plus essentielles et de montrer que des conditions presqu'opposées et aussi impérieuses sont souvent imposées aux Ingénieurs français.

En Angleterre, le charbon est à bas prix sur toutes les rivières navigables; les machines à vapeur coûtent peu d'achat et d'entretien; la force qu'elles produisent est plus constante, plus régulière que celle de l'eau et plus estimée comme moteur. Les chûtes d'eau n'ont plus que peu de valeur et ne sont que rarement employées aux fabriques de produits précieux. Il est donc indifférent que les barrages laissent échapper beaucoup d'eau, lorsque la navigation est parfaitement assurée et constamment bonne. Il faut d'ailleurs faire observer que la loi prévoyante dans ce pays, place à côté de chaque ouvrage des intérêts qui se contrôlent; des autorités puissantes qui veillent à sa conservation et qui réparent aussitôt les dommages causés. Aussi de tels travaux journellement réparés sont toujours en bon état, quelque parcimonie qu'on ait apportée dans leur exécution. Ces barrages, construits avec simplicité, mais parfaitement entretenus, ont une existence plus prolongée que ceux construits avec beaucoup de luxe et de dépense entièrement abandonnés à l'action continuelle des courans et du tems.

En France, au contraire, le charbon est rare et cher en raison de la difficulté des transports et du petit nombre de canaux qui vont des mines aux rivières; le fer, la fonte, et par conséquent les machines à vapeur coûtent trois fois plus de frais de construction et d'entretien. Les chûtes d'eau, encore d'une très-grande valeur, peuvent payer les dépenses de barrages plus parfaits. Nos vallées, manquant en général de ponts et de déversoirs avec écluses, peuvent, sans une grande augmentation, procurer cet avantage. Ainsi il est beaucoup de cas où les barrages éclusés en maçonnerie de mortier, doivent être préférés aux déversoirs en pierres sèches sans écluses et sans ponts.

Un barrage éclusé permet de régler à volonté le niveau des eaux d'amont, de les faire refluer et de produire pendant les sécheresses des irrigations fécondantes, et en cas

d'invasion, des inondations étendues favorables à la défense. Il peut être tellement disposé, que les vannes levées, le régime de la rivière ne soit pas altéré; tandis qu'un barrage fixe ou un simple déversoir ne donne pas la facilité de maitriser le courant, de le dépenser dans les grandes crues et d'empêcher les inondations.

Mais quelque choix que les circonstances particulières obligent de faire, il est essentiel d'assigner à chaque ouvrage en France, comme en Angleterre, un moyen puissant de conservation, et de prévenir les dépenses excessives que nécessitent à la longue l'abandon total des ouvrages.

Dans le cas où l'on est forcé d'abandonner les travaux sans les réparer, un ouvrage en maçonnerie de mortier et en pierres de taille paraît préférable, parce qu'il se maintient plus longtems sans éprouver de fortes avaries.

Barrages en bois sur la Tamise. — La plupart des barrages de la Grande-Bretagne sont en maçonnerie de moellons, et semblables à ceux dont nous venons de parler. Cependant il en existe en bois de différentes formes et dimensions. Les plus curieux de ce genre sont ceux de la Tamise qui ne datent que d'un petit nombre d'années. Nous croyons devoir en donner la description. Nous les avions visités en 1816, et nous étions très-empressés de juger, en 1822, l'effet que le tems et les courants avaient pu produire sur ces ouvrages hardis (1).

(1) Nous avions levé le plan et pris les dimensions des divers barrages construits ou en construction sur la Tamise, mais nous devons à l'amitié de M. Sartoris, le dessin plus détaillé que nous donnons.

M. Sartoris, concessionnaire du canal des Ardennes, de la Somme et des travaux à faire sur l'Aisne et la Meuse, recherche avec une sollicitude éclairée et bien louable toutes les améliorations à faire sur cette ligne navigable, la plus grande et la plus belle qu'on ait entreprise en France. Il ne se borne point à fournir les fonds nécessaires à un si grand ensemble de travaux, il

La marée arrêtée à Londres par le peu de débouché du pont de ce nom, ne se fait sentir sur la Tamise que jusqu'au dessus de Twicknam. La navigation supérieure n'était praticable que pour des bateaux peu chargés et pendant quelques mois de l'année. Son importance avait long-tems fixé l'attention des Ingénieurs. Mais, comme il arrive toujours, lorsqu'on se propose d'exécuter des ouvrages aux abords d'une grande ville, beaucoup de projets furent présentés, long-tems discutés et toujours ajournés. Quelques Ingénieurs proposèrent d'ouvrir un canal latéral; d'autres de canaliser la rivière par des barrages de différente espèce. On adopta enfin le barrage particulier représenté par la planche 6.

Les premiers barrages de cette espèce exécutés en 1809 ayant réussi, les autres furent établis d'après le même système, et à la fin de 1822, on en terminait un semblable à Oldwindsor. Maintenant on en compte dix de cette espèce sur la Tamise, savoir : ceux de Maidenhead, Windsor, Oldwindsor, Stains (1), Chersey, Shepherton, Sembury, Hamptoncourt, Teddington près de Hamcommon et Richmond.

Les détails de la planche 6 dispensent de donner la description et les dimensions de chaque pièce du barrage : Il suffira de parler des principales.

Les lignes des barrages font, avec l'axe de la Tamise, en amont, un angle d'environ 45°, et leur longueur est entre une fois et demie et deux fois la largeur moyenne du fleuve.

---

en étudie les projets en Ingénieur et veut attacher son nom à cette navigation importante. Ni les soins ni les voyages n'arrêtent son activité; le succès ne peut manquer de couronner sa persévérance.

(1) Le débouché du pont de Stains est de 200 pieds, et celui du pont de la Chersey de 205 pieds.

Les barrages ont été placés sur des bras de la rivière qui se trouvaient plus étroits et plus directs que le bras principal ; quelquefois aussi on a choisi des sinuosités qui ont été coupées par des canaux de dérivation, à l'amont desquels on a construit un barrage, et dans l'intérieur, des écluses.

Pour établir le barrage, on a commencé par battre sur la longueur cinq lignes parallèles de pieux L. de bois en grume, enfoncés au refus et placés à quatre pieds et demi l'un de l'autre, de milieu en milieu, dans le sens de la longueur, et à trois pieds huit pouces dans celui de la largeur.

Sur chaque file en travers, composée de cinq pieux, on a posé un chapeau T ou traversine de huit pouces sur dix, assemblé et boulonné sur les pieux récépés ; la surface supérieure Q de ces traversines est à cinq pieds et demi en contre bas de la ligne supérieure du barrage D faisant déversoir.

La construction du barrage entier n'est point symétrique ; on a jugé préférable de diviser la longueur en 3 parties : la première E F, et la dernière G H, ayant ensemble environ moitié de la longueur, sont des déversoirs fixes formant une retenue de 4 à cinq pieds, plus ou moins, de hauteur, selon les localités ; la partie du milieu, ou l'autre moitié F G, est un barrage mobile disposé à peu-près comme les premières écluses qui ont été inventées il a environ quatre siècles. (1)

Le barrage mobile est composé d'un nombre de fermes fixes, proportionné à la largeur du fleuve; on en compte de 14 à 9 sur la Tamise; on s'est borné à quatre sur le dessin.

Chaque ferme est formée par un busc RRR, ou un cours

(1) Les écluses simples sur la Lys dans le département du Nord, qui sont les plus anciennes connues, se ferment de même par plusieurs rangs de planchettes.

de longrines posées sur les racinaux et les pieux de tête, et par ceux de ces pieux QQQ, qui de trois en trois sont montans, s'élèvent au-dessus des grandes eaux et sont assemblés avec les longrines du busc RRR.

Les pieux montants QQQ éloignés de 13 pieds 1/2 de milieu en milieu, sont liés deux à deux par une première traverse S horizontale, au moyen d'un assemblage ingénieux et solide; l'extrêmité de chaque traverse est emboitée dans un cadre de fonte A, qui s'applique sur la surface correspondante du pieu montant Q, et se lie par des boulons au cadre correspondant B de l'autre pieu. Ainsi, les pieux et les traverses ne sont point affaiblis par des mortaises, et peuvent être facilement remplacés en cas de pourriture ou d'avarie. L'un des cadres en fonte A est plein, et l'autre B n'a que trois faces, afin d'être placé avec facilité après que la pièce est ajustée.

Les pieux montants sont couronnés par une seconde traverse GF ou chapeau, placée au-dessus des plus grandes eaux et fixée aux pieux, au moyen de cadres de fer semblables aux précédents.

On a pratiqué dans la longrine de tête qui sert de busc, R et dans les traverses supérieures S et GF, des entailles destinées à recevoir et loger des montans d, d, d, de quatre pouces d'équarrissage, espacés de 13 pouces, et contre lesquels on appuye les planchettes g et i qui ont 15 pouces de large sur 30 et 24 de hauteur, savoir : les planchettes inférieures g 30, et celles supérieures i 24.

On soutient les poteaux montants Q contre le courant par une jambe de force ou poteau incliné w qui s'appuie d'une part sur la saillie M de deux pieds du troisième pieu de la file transversale, et s'assemble de l'autre au-dessous du cadre qui lie le chapeau supérieur FC et le poteau montant Q.

A l'amont et à l'aval du barrage, on a battu une file de palplanches jointives o,o,o, et l'intérieur du coffre est rempli

par un massif de béton, jusqu'à la hauteur de la tête des racinaux; le tout est recouvert par un plancher horizontal U.

Ce plancher est composé d'un cours de traversines TTT coëffant les pieux, de petites longrines qqq de quatre pouces d'écarrissage espacées de 15 pouces, et assemblées sur les traversines; enfin d'un plancher jointif de madriers UUU de chêne placés en long : ces détails et ceux des planches, font assez connaître cette construction et son analogie avec nos écluses à planchettes.

Le barrage étant incliné, les corps flottans passent sur le 1.er déversoir fixe, celui d'amont, ou, s'ils sont poussés dans le milieu, ils glissent le long des planchettes et s'échappent par le 2.e déversoir fixe, celui d'aval.

En enlevant les planchettes ggg et iii et les petits madriers ddd verticaux qui les soutiennent, le barrage n'offre plus au courant que des pieux QQQ très espacés, fortement liés et soutenus par des jambes de force W; et par deux cours de traversines supérieurs SS et GF.

Au moyen de cette construction et des manœuvres qu'elle nécessite, on est parvenu à diminuer la pente du fleuve sans changer sensiblement son régime dans le tems des crues.

Les canaux de dérivation avec écluses à sas de 18 pieds de largeur, et de 120 à 160 pieds de long, sont revêtus, ainsi que les bajoyers, d'un bordage en madriers de chêne.

Les ventelles des portes d'écluse sont en bois ou en fer et se manœuvrent par des léviers en fonte (1) terminés par une forte loupe très-pesante; elles sont levées avec facilité, au moyen de ce balancier. Comme la tige dans le mouvement n'est pas verticale, on donne aux coulisses de la largeur et du jeu pour diminuer le frottement des ventelles.

(1) On pourrait adapter à toutes nos écluses ce système simple qui économise le tems des manœuvres et les dépenses d'entretien.

L'arbre de la porte n'est point horizontal, mais incliné. Cette disposition en diminue la longueur, le poids et le prix, et facilite la manœuvre.

Les barrages de cette espèce coûtent peu, s'exécutent facilement et changent le moins possible le régime de la rivière; mais la manœuvre des planchettes en est difficile et les dépenses d'entretien considérables. Lorsque les eaux grossissent tout-à-coup, l'éclusier n'arrive que difficilement avec un bateau au barrage mobile, étant forcé de passer près du déversoir où le courant est très-rapide.

Cette considération devrait déterminer à établir une planche portée par des corbeaux de fer attachés sur la seconde traverse, afin de manœuvrer les planchettes sans danger et de la même manière que sur les anciennes écluses de cette espèce dont nous avons parlé.

On pourrait encore établir sur le chapeau supérieur, un pont de service où les planchettes seraient conservées, afin de diminuer le tems et les difficultés de la manœuvre.

L'examen que j'ai fait des divers barrages de la Tamise, m'a convaincu que le système employé a une partie des inconvéniens de nos écluses à planchettes.

1.° Les ouvrages en bois sont sujets a de continuelles avaries, occasionnées par l'action des grandes eaux et des glaces, et par l'influence plus continue de l'air et de l'eau.

2.° Les planchettes et les radiers laissent échapper une grande quantité d'eau, et à peine en reste-t-il assez pour la navigation dans les tems de courtresse : aussi vis-à-vis les 8 barrages inférieurs de la Tamise, on n'a pas établi d'usines.

3.° Lorsque dans les grandes eaux, on enlève les planchettes, le barrage disparaît, la rivière reprend son régime, sa pente et sa vîtesse et n'est pas plus navigable qu'avant l'exécution des travaux.

4.° Soit que les barrages de la Tamise aient trop peu de hauteur, ou soit qu'il se trouvent trop éloignés les uns des

autres, le courant est rapide, le tirant d'eau très-faible et la navigation défectueuse.

A peine les bateaux portent-ils 50 ou 60 tonneaux et il faut 13 chevaux de la plus grande taille et de choix pour le halage.

5.° Plusieurs de ces ouvrages sont placés près de grands ponts nouvellement construits où l'on aurait pu établir des barrages éclusés ; il eut été facile alors de maîtriser les eaux du fleuve et d'en régler le niveau à volonté, sans exposer les hommes chargés de ces manœuvres, et sans compromettre les propriétés riveraines.

6.° Il semble qu'on se soit exagéré les effets d'un barrage submersible, d'une aussi grande longueur. Si tout le barrage de la Tamise eut été fixe, et à une hauteur de 3 pouces en contre bas du couronnement du barrage fixe, le calcul montre que la différence à l'amont dans les plus grandes eaux eut été presque insensible.

Pourquoi donc alors tant de travaux, de manœuvres de planchettes et de dépenses journalières?

Mais en supposant que les barrages de la Tamise aient rendu la navigation de cette rivière excellente, on ne devrait cependant pas les admettre généralement sur le continent.

Il existe particulièrement entre la France et l'Angleterre, d'autres différences que celles que nous avons indiquées, et produites ou par le climat et le sol, ou par l'influence d'une culture particulière et d'une industrie généralement répandue.

Presque tous les terrains en Angleterre sont clos et les trois quarts en prairie naturelle ou artificielle ; le sol est rarement nu, surtout dans les montagnes. Les pluies sont fréquentes, mais rarement fortes et continues. Le froid n'est ni rigoureux, ni prolongé ; les rivières ont beaucoup de barrages, et des canaux coupent les comtés en tous sens ; il suit de ces particularités que les eaux de pluie et de sources se

trouvent sans cesse arrêtées, coulent lentement, régulièrement de bassin en bassin ; on ne voit ni torrent impétueux charriant des blocs, ni ravines qui entraînent le sol, encombrent les vallées et le lit des rivières, ni débacles subites et dangereuses à la fonte des neiges. Il est probable que les barrages qui résistent en Angleterre seraient emportés, s'ils étaient placés sur des rivières sujettes à de grandes crues et a de fortes débacles; les glaces couperaient les pieux saillans, isolés et exposés à toute l'action des courants.

Des barrages éclusés avec piles en pierre et poutrelles, tels que ceux que nous avons fait construire sur l'Escaut, nous semblent en général bien préférables; parce qu'ils réunissent aux conditions exigées de solidité et d'économie, l'avantage de régler à volonté le niveau des eaux, et de changer le moins possible le régime de la rivière à l'époque des débordemens.

Des barrages à exécuter en France sur les grandes rivières.

La navigation sur les rivières d'Angleterre a été établie ou perfectionnée par des digues qui resserrent le courant et font remonter la marée à une plus grande distance de la mer, par des barrages éclusés placés aux points où la marée ne donne plus assez de tirant d'eau pour les navires de 2 à 300 tonneaux, et par des écluses espacées convenablement sur le cours supérieur de ces rivières. En France, la navigation des rivières est partout difficile, et les canaux qui les unissent ne procurent encore que de faibles avantages.

Les seuils qui séparent les bassins de nos plus grandes rivières, ont été coupés avec autant de hardiesse que de succès : d'autres ouvrages également remarquables et utiles viennent d'être entrepris par les ordres de M. Becquey, directeur-général des ponts et chaussées, et feront honneur à son administration, aux Ingénieurs et à la France.

De si grands travaux entrepris pour l'établissement de la navigation artificielle, font plus vivement regretter que celle de nos grandes rivières soit comme abandonuée et reste aussi mauvaise que dans les siècles reculés où les éeluses étaient encore inconnues.

Tout nous invite à nous occuper de ces améliorations, la bonté du sol, la beauté du climat, la variété et la richesse des productions, le nombre et le génie des habitans, l'importance des succès. On peut dire qu'il n'est pas une contrée dans le monde, où l'on compte autant et d'aussi belles rivières que celles de France et dont la navigation soit plus facile à perfectionner, ou plutôt à établir, car elle est partout dans l'enfance et la barbarie.

Les rivières d'Amérique, ont, il est vrai, un cours étendu, des eaux profondes; mais les crues sont fortes, les courants rapides, le lit et les bords sont coupés de rochers, ce qui rend la navigation difficile, et le halage impraticable.

Cependant nous apprenons que ces peuples nouveaux entreprennent des travaux immenses, pour vaincre les obstacles qui s'opposent à la navigation de ces fleuves, et pour les unir par des canaux artificiels.

La France qui a élevé dans les derniers siècles, les premiers et les plus beaux monumens en ce genre, pourrait-elle consentir à rester fort en arrière, et à perdre le premier rang où elle s'était élevée, parmi les nations commerçantes par l'influence de sa navigation, alors la plus parfaite?

Voudrait-elle laisser des Provinces entières dans un état pire que celui des Colonies à peine connues dans le dernier siècle, et qui arrivent au plus haut degré de prospérité à l'aide des bonnes communications?

Si nous visitons les bords de la Loire, de la Saône, de l'Ain, de la Sambre et de la Meuse, nous appercevons des forêts superbes, des carrières de marbre, d'ardoises et un grand nombre de produits sans valeur, nous voyons les

habitans privés de travail et des choses les plus nécessaires, parce que ces contrées sont, pour ainsi dire, séquestrées du monde par les obstacles qui naissent des mauvaises communications.

Que ceux qui proposent d'aller à grands frais établir des colonies à quelques mille lieues, s'éloignent des grandes routes dans la Franche-Comté, la Champagne et le Nivernais; ils reconnaîtront qu'avec des capitaux dix fois moindres, et sans exposer des milliers d'hommes à des chances désastreuses, on pourrait obtenir des résultats plus certains, plus rapides et plus importans.

La comparaison des départemens intérieurs de France les moins favorisés et des comtés d'Angleterre les plus riches, nous a convaincu que les principales causes des contrastes qu'on remarque avec peine, doivent être attribuées à la différence de l'état des rivières dans les deux royaumes. Ainsi nous proposons le perfectionnement des fleuves comme les travaux qui doivent appeler en première instance toute la sollicitude du Gouvernement.

On peut attribuer l'état de nature où restent nos fleuves à l'opinion accréditée que les barrages sur les grandes rivières sont impraticables ou trop dispendieux que toute modification de la pente de la largeur, et le régime des fleuves occasionnerait des inondations et des pertes incalculables.

Nous chercherons à montrer qu'on peut donner aux barrages une disposition telle que les inconvéniens soient évités; et nous examinerons ces ouvrages relativement à la possibilité de les exécuter, aux dépenses à faire, aux améliorations à espérer et à la surélévation du niveau.

L'expérience montre que les eaux d'une rivière avec pente rapide agissent sur le sol aussi puissamment que celles d'un fleuve, dont le tirant d'eau et la vitesse seraient les mêmes; ainsi les barrages grossiers faits par des charpentiers et des maçons de village éprouvent autant d'action sur une

même longueur que ceux qu'on établirait et à travers le cours d'un fleuve, en supposant que le volume d'eau, le terrein et la chûte fussent les mêmes. Le Gouvernement ne pourrait-il donc pas faire ou laisser entreprendre au moins pour essai, sur un seul de nos grands fleuves, ce qu'exécutent avec succès de simples particuliers, sur tous les points du Royaume.

Nous aurions à citer un grand nombre d'exemples à l'appui de notre opinion. La Tamise n'est navigable de la mer à Richemond que par l'influence des digues qui en resserrent le cours et la rendent plus profonde, et de Richemond à sa source que par les barrages et les écluses établis sur ce fleuve.

Les torrents et les fleuves de la Suisse et de l'Italie ont été endigués malgré la vitesse et le volume des eaux, et ils coulent à plusieurs mètres au-dessus du niveau des campagnes voisines; cependant les digues sont peu épaisses, faites seulement de terre ou de cailloux, exécutées et entretenues aux frais des riverains. La France n'a-t-elle pas plus de ressources que les habitans peu nombreux des vallées des Alpes, pour entreprendre en grand de semblables améliorations?

Quelques travaux analogues, mais incomplets, ont été exécutés en France et ont réussi de même; les levées de la Loire, des barrages sur la Meuse, la Moselle, le Doubs, se maintiennent et résistent, lorsqu'ils sont annuellement entretenus. L'examen de ces ouvrages suffit pour montrer la possibilité d'exécuter un système général de barrages qui rendrait facile et bonne la navigation de tous nos fleuves.

On dira que les travaux seraient immenses, les dépenses excessives et les moyens d'y pourvoir imaginaires. Mais puisqu'il est certain que les barrages projetés par des Ingénieurs habiles, exécutés avec soin et bien entretenus, se conservent des siècles; l'impossibilité du succès de l'entreprise ne pourait être attribuée qu'au défaué d'ouvriers pour

exécuter les travaux, ou de capitaux pour les payer. On sait que plusieurs millions d'ouvriers manquent en France d'occupation pendant quatre mois de l'année ; qu'ils vont au loin chercher une tâche incertaine et de peu de durée ; ainsi le travail est rare et les ouvriers oisifs très-nombreux. La canalisation des rivières serait un moyen de les employer et peut-être le seul de les occuper constamment. Il suffit maintenant en France d'ouvrir des ateliers pour qu'il s'y présente aussitôt plus de travailleurs qu'on ne peut en admettre.

Il reste à examiner qui paierait de semblables dépenses. L'état ayant fait de grands et généreux efforts et ne pouvant en tenter de nouveaux. Nous pouvons assurer que des associations de capitalistes, prendraient ces entreprises à leurs risques et périls, aux conditions souscrites avec les premiers concessionnaires des canaux de France.

Le trésor et la contrée n'auraient à contribuer dans les sacrifices que pour une faible portion et retireraient presque tous des bénéfices procurés au public par ces travaux.

Ces compagnies obtiendraient par les produits de navigation, des intérêts proportionnés à leurs avances. Il n'en est pas d'un système de barrages, comme d'un grand canal latéral ou à point de partage ; ces derniers ouvrages ne commençant à être productifs qu'après leur achèvement, les capitalistes craignent de les entreprendre, si leur étendue est considérable, parce qu'ils ont peu de chances de les terminer. Au contraire un seul barrage fini procure immédiatement des résultats utiles au public et un revenu au concessionnaire. Supposons, par exemple, qu'on établisse des barrages au dessous de la jonction de la Saône avec le Rhône, de l'Allier, du Loiret, du Cher avec la Loire, qu'on exécute de chaque côté des prises d'eau pour des usines et d'un côté un sas pour la navigation, on transformera en biez sans pente, en beaux bassins, le cours maintenant impétueux de ces fleuves dans les villes de Lyon,

Nevers, Orléans et Tours etc., les arrivages y seront faciles en toute saison, et la création de grandes chûtes d'eau déterminera, et la construction d'un grand nombre de manufactures qui feront fleurir le commerce de ces contrées; tandis que dans l'état actuel, la navigation aux abords de ces villes est aussi difficile que dangereuse; et le volume et la vitesse des eaux ne sont que funestes, ne pouvant servir de moteur aux fabriques.

Des barrages sur la Seine, procureraient de même de grands avantages; la pente de cette rivière est, il est vrai, de 0.m 125 par mille mètres entre Surène et Neuilly, et sa vitesse de 0 mètres 78 par seconde, mais la vitesse de la Tamise dans Londres est de 0,90 pendant le reflux et de 0,76 centimètres pendant le flux, et ce fleuve est couvert de navires en tous tems, qui montent ou descendent avec la marée. Ainsi ce n'est point à la rapidité du courant de la Seine qu'il faut attribuer uniquement la difficulté de la navigation, mais principalement au peu de tirant d'eau qu'on ne peut augmenter qu'au moyen de barrages éclusés.

Il en est de même de la Loire, dont la pente est de 0.m 382 sur mille mètres et la vitesse de 1 mètres 30 par seconde. Les plus grands obstacles à la navigation sont aussi causés par les bas fonds, les bancs de sable, la division du courant et le faible tirant d'eau; il est nécessaire pour les vaincre d'en rétrécir le cours et de diminuer la pente, et d'augmenter le volume et la profondeur par des barrages éclusés et submersibles.

On peut évaluer à soixante (1) le nombre des barrages à faire sur la Loire, pour y créer une bonne navigation et à 500,000 fr. la dépense moyenne de chacun de ces ouvrages.

(1) En donnant à chacun de ces barrages deux mètres de hauteur au-dessus du fond de la rivière, la pente de 0,382 par mille mètres serait réduite à 0 mètres 125, comme celle de la Seine sur 462 mille mètres ou 113 lieues.

Cette somme de 30 millions, ajoutée aux 10 millions que coûteraient des canaux latéraux, forme un total de 40 millions. L'ensemble des travaux pourrait être achevé en six années, et la dépense acquittée, moitié par les départemens traversés, et moitié par les compagnies adjudicataires de l'entreprise.

En estimant par approximation la valeur des chûtes d'eau, celle des terrains conquis sur le fleuve, la différence des valeurs vénales et locatives de toutes les propriétés à dix lieues de chaque côté avant et après la canalisation du fleuve, on trouve que le bénéfice annuel serait de plus de 10 millions qui serait réparti entre les diverses branches de l'industrie agricole et manufacturière de huit départemens.

Ces avantages paraîtraient exagérés, si l'expérience acquise dans les contrées traversées par de nouveaux canaux ne confirmait ces résultats.

L'influence d'une bonne navigation est toujours croissante et dépasse les espérances; une foule d'objets auparavant sans valeur en prennent une très-grande, on fouille les rochers, on sonde la terre, on découvre des mines, des carrières de marbre, d'ardoises, etc., des terres propres aux fabriques, et un grand nombre de substances qu'on ignorait parce qu'on n'avait nul intérêt à les rechercher. Ce n'est qu'après l'ouverture des principaux canaux d'Angleterre qu'on a recherché et qu'on est parvenu à découvrir les riches mines de charbon, de fer, de cuivre, etc., qui enrichissent cet empire. Nous ne pouvons espérer en France une prospérité semblable et générale, que lorsque nos rivières seront canalisées et que ces ouvrages seront confiés à des compagnies responsables de leur bon entretien, et des pertes que causeraient au commerce, par suite de négligence, une interruption même de quelques jours.

Lorsque des barrages éclusés auront été établis sur nos fleuves, que la vitesse en sera diminuée et la profondeur augmentée, on pourra organiser un service régulier par des

bateaux à vapeur, pour le transport des personnes et des marchandises. Cette navigation, si lente (1) et si défectueuse seulement utile à l'époque des débordemens et dans le seul moment où le voyage est dangereux, deviendra de plus en plus florissante.

Puisque la construction des barrages sur les grands fleuves est possible, que les dépenses seraient plus que compensées par les bénéfices, on ne peut opposer à leur établissement que la surélévation des eaux ; nous examinerons si cette objection est fondée.

On pense généralement que lorsque le cours entier d'une rivière est obstrué, la surélévation des inondations est égale à la hauteur de l'obstacle. Ce résultat aurait sans doute lieu si les barrages ne formaient pas déversoirs, ou si leur longueur n'était pas plus grande que la largeur de la rivière ; l'influence de ces barrages serait alors aussi funeste que celle de la retenue de quelques moulins dont les vannes trop étroites et mal calculées transforment en marais les campagnes riveraines des biez supérieurs.

Mais on prévient cet inconvénient en allongeant la ligne du déversoir ; et plus on lui donne d'étendue, moins la hauteur d'eau augmente, et moins le régime de la rivière se trouve changé.

Nous supposerons que l'ouverture des ponts, sur un fleuve comme la Loire est de 200 mètres, que le tirant d'eau moyen est d'un mètre à l'étiage, de 2 mètres plusieurs mois de l'année, et de 7 mètres à l'époque des plus grands débordemens. La vitesse (2) moyenne donnée par l'observation étant

(1) Lorsque j'étudiais le cours de la Loire, j'ai dû passer 24 heures pour faire 12 lieues en descendant dans une barque légère et payer 60 francs, c'est-à-dire, plus qu'elle ne valait.

(2) La vitesse est d'autant plus grande que le volume d'eau est plus considérable, en admettant pour plus de simplicité dans les calculs, une vitesse moyenne de 1.^{m} 30, nous ferons une supposition qui augmente la surélevation cherchée.

d'un mètre 30 centimètres par seconde, et la pente du fond de 0,382 par mille mètres, le volume d'eau qui s'écoule par seconde est à l'époque de l'étiage de.... 260 mètres cubes.

des eaux ordinaires.......... 520

des plus grandes eaux....... 1820

Admettons qu'on ait établi un deversoir de 600 mètres de longueur, dont la surface soit au niveau de la ligne des eaux moyennes; le fleuve arrêté par l'obstacle s'élevera jusqu'à ce que le volume des eaux dépensées par le déversoir soit égal au volume de celles fournies par la rivière.

Lorsque les eaux, en tombant d'un déversoir, ne sont pas retenues par celles inférieures, elles s'échappent avec une vitesse déterminée par la hauteur de la section. Lorsque la ligne du déversoir reste supérieure aux eaux d'aval, la dépense du volume par ce déversoir peut être calculée par la formule qui donne celle d'un pertuis entièrement ouvert $M L Z^{\frac{3}{2}}$, où L représente la longueur du déversoir ou 600 mètres, M le module ou 1 mètre 87 et Z la hauteur d'eau sur le déversoir, en donnant successivement à Z, les valeurs 0,30, 0,40, 0,50, 0,60, 0,70, 1 mètre, 1 mètre 50 centimètres. Le volume écoulé est de 184 mètres cubes, 284 mètres cubes, 396 mètres cubes, 522 mètres cubes, 657 mètres cubes, 1122 mètres cubes, 2061 mètres cubes, abstraction faite de la vitesse primitive ou acquise du courant.

On voit par ces résultats qu'une lame d'eau sur le déversoir de quatre, de six décimètres et 1 mètres 50 de hauteur dépenserait plus d'eau que la rivière n'en fournit successivement à l'étiage, aux eaux moyennes et à l'époque des inondations; quoiqu à ces époques la hauteur de l'eau de la rivière fût de 1 mètre, 2 mètres et 7 mètres; c'est-à-dire, plus grande de deux fois et demie, 3 fois $\frac{1}{3}$ et 4 fois $\frac{1}{2}$, que celle du déversoir; mais toujours dans l'hypothèse que la surface du déversoir fût plus élevée que les eaux d'aval, et que l'écoulement des eaux supérieures ne fût pas retardé par celles inférieures.

La longueur du déversoir qui est trois fois le débouché du pont compense, il est vrai, le rehaussement du lit par le barrage; mais on remarque que la hauteur d'eau sur le déversoir est d'autant plus faible par rapport à celle de la rivière que les eaux sont plus abondantes; c'est-à-dire, que les inconvéniens d'un déversoir diminuent à mesure que les crues sont plus grandes et qu'ils disparaissent presque entièrement à l'époque des grandes inondations.

Mais comme le renflement de la rivière pendant les eaux moyennes loin d'être nuisible est très-avantageux, il est donc possible de déterminer la longueur et la hauteur d'un déversoir submersible, de manière à prévenir la surélévation dans les crues et à la rendre profitable à toutes les autres époques. Le calcul suivant justifiera cette opinion.

Nous avons supposé que le barrage était élevé au-dessus des eaux d'aval et que celles d'amont pouvaient s'écouler sans être arrêtées par celles d'aval. Nous examinerons le cas d'une si grande inondation, le seul à considérer, le barrage ne pouvant être nuisible que dans cette circonstance. Le barrage a 600 mètres de longueur, il est élevé de 2 mètres au-dessus du fond, et se trouve à 5 mètres au-dessous de la surface des grandes eaux.

La section réduite de la rivière étant de 200 mètres de long, par 7 mètres de hauteur ou de 14 centimètres carrés, et la vitesse par seconde de 1 mètres 30, la dépense totale par seconde sera, ainsi que nous l'avons vu, de 1820 mètres cubes.

Le niveau de la rivière à l'aval sera le même que s'il n'y avait pas eu de barrage, c'est-à-dire, à 5 mètres au-dessus du barrage dans les grandes eaux, et la section de l'eau d'aval au-dessus de ce couronnement sera de $5 \times 600 = 3000$ mètres carrés.

Représentons par Z la différence de l'eau à l'amont et à l'aval du barrage. Le volume dépensé par seconde sera exprimé par

$$3000 \times \tfrac{5}{8} \sqrt{2gz} + 1,87 \times 600 Z^{\frac{3}{2}}.$$

Mais nous avons trouvé qu'il est de 1820 aussi par seconde, en égalant ces deux quantités, on aura une équation qui donnera la valeur de Z. Mettant pour $\sqrt{2\ g}$ sa valeur, $g = 9$ mètres 81 ou la vitesse acquise par un corps tombant, après la première seconde $2\ g = 19$ mètres 61 et $\sqrt{2\ g} =$ 4 mètres 43.

L'équation devient $7752 \times 5 \sqrt{Z} + 1122 (\sqrt{Z})^3 = 1820$, ou $(\sqrt{Z})^3 + 6.91 \sqrt{Z} = 1$ m. 65 & $Z = 0,052$, à 1 millimètre près.

Mais cette différence ne serait pas même de 52 millimètres, puisque nous avons fait abstraction de la vitesse de l'eau acquise, avant d'arriver au déversoir et que nous n'avons considéré que celle produite par la différence de niveau. Si le déversoir interrompt le courant sur une hauteur de deux mètres dans le fond, il ne diminue pas sensiblement celui de la surface; aussi on n'apperçoit pas de cataracte ou de différence de niveau lorsqu'une rivière dépasse de plusieurs mètres un barrage submersible.

Si le barrage n'avait qu'un mètre et demi ou un mètre au lieu de deux au-dessus du fond, la surélévation serait moindre, mais elle augmenterait, si on ne fesait le barrage qu'une fois, qu'une fois et demie, ou deux fois plus long que la largeur du fleuve : dans le cas d'un barrage de deux mètres de hauteur et d'une longueur double de la largeur du lit, on trouve, par un calcul analogue au précédent, une surélévation de 0.m 107.m à un millième près.

Cette hauteur serait même moindre et presque nulle, parce que le profil de la rivière n'est pas régulier; son lit est concave et ne donne une hauteur de deux mètres au-dessous du barrage que sur une faible partie de la section, en sorte que le volume dépensé est, par la rivière, bien inférieur à celui évalué.

Dans les grandes eaux, d'ailleurs, la pente du fleuve est moindre qu'à l'étiage, l'élévation du niveau étant plus forte vers l'embouchure que dans les parties supérieures par l'action puissante des affluens qui ralentissent la vitesse du cours principal.

Admettons maintenant qu'un déversoir général établi sur un fleuve ait en longueur deux ou trois fois la largeur du fleuve sous le pont inférieur le plus étroit et en hauteur le sixième de celle réduite du fleuve à l'époque des plus fortes crues, et qu'il occasionne des cataractes et une surélévation considérable ; l'art fournit plusieurs moyens pour prévenir les effets de la surélévation, ou pour la faire cesser ; et l'expérience en garantit l'efficacité.

C'est un adage vulgaire et un fait incontestable que dans les grandes crues les eaux ne sont pas dangereuses et ont moins d'action sur les bords. On peut d'ailleurs se garantir facilement des inondations par des levées en terre avec talus revêtus de gazon.

Mais la surélévation sera insensible ainsi qu'on peut s'en convaincre en consultant les ouvrages qui traitent du mouvement des eaux

La ligne supérieure et horizontale du déversoir est à deux mètres au-dessus de la partie la plus basse du fond. La section réduite du courant intercepté, sera tout au plus d'un mètre multiplié par la largeur du lit ; ainsi la surélévation serait d'un mètre s'il n'y avait pas accélération de vîtesse. Calculant la vîtesse moyenne d'une lame d'un mètre de hauteur, tombant d'un déversoir, par les formules et tables de Bélidor, on trouve que les $\frac{4}{9}$.e d'un mètre sont de 0 mètre 444 millimètres et que la vîtesse uniforme correspondant à cette hauteur est de 2 mètres 942 millimètres. Puisque cette vîtesse est triple de celle du fleuve, la surélévation se trouverait donc réduite à 0 mètre 333 millimètres ; mais la charge pressant sur le volume inférieur, en accélère la vitesse et réduit la surélévation à celle que nous avons trouvée précédemment.

Nous voulons même faire disparaître cette différence, par la forme du déversoir; une partie sera éclusée et fermée par des poutrelles qui seront maintenues à la hauteur du déversoir pendant huit mois et enlevée pendant quatre mois. On rétablira ainsi le régime de la rivière, et on dirigera le courant sur le bras adopté pour la navigation.

On pourra aussi ne construire le barrage que sur la longueur du lit qui assèche à l'étiage. Les travaux seront alors faciles à exécuter et à entretenir, et la dépense se trouvera très restreinte. Les parties profondes du fleuve, les seuils ou les fondations des ouvrages en maçonnerie qui présentent des difficultés, seront relevées au moyen d'enrochement en pierres perdues d'un volume et d'un poids tel que le courant ne puisse les déplacer.

On les garantira d'ailleurs de son action par des files de pieux récépés au-dessous de l'étiage et liés par des chapeaux. La hauteur de l'enrochement sera augmentée graduellement, après avoir convaincu les habitans riverains, par ces premières expériences qu'ils n'ont rien à redouter du barrage.

Nous n'entrerons pas dans les détails de construction de ces ouvrages, parce que leur forme doit être déterminée d'après la nature des matériaux à employer, et le choix en sera réglé par l'abondance et le prix de ceux que fournit le bassin du fleuve et surtout par l'état de son lit et l'importance de la navigation.

Les digues et jetées faites sur les bords de la mer dont les unes submersibles sont exposées à l'action des plus fortes marées, résistent quoiqu'on n'emploie dans leur construction que des fascinages, clayonnages et blocages. La dépense alors n'est pas le quart de celles que nous avons supposées : mais il est nécessaire de prévenir que leur conservation est uniquement due à un entretien soigné et journalier.

Nous proposons de construire, d'après des procédés analogues, les $\frac{2}{3}$ au moins de la longueur du déversoir, ou tout le développement qui assèche à l'étiage.

Il faut creuser le lit d'un mètre de hauteur et de six ou huit mètres de largeur, établir dans le fond une couche de fascinage, la fixer au sol par des piquets plantés au maillet, la recouvrir d'un lit de gros gravier ou de blocage et de terre glaise (1) placer en travers d'autres fascinages, les lier avec les premiers et au sol par de nouveaux piquets, les recharger d'un lit de gros gravier et de glaise et continuer d'établir des couches semblables successives en diminuant la largeur de chaque lit, pour donner au déversoir une forme arrondie. Le dessous est recouvert de forts blocages garnis dans tous les joints par des piquets qui les maintiennent solidement. La glaise pénétre dans les joins et empêche les filtrations.

La jetée doit être fortement enracinée à une des rives où elle s'étendra de 5 ou 6 mètres, et protégée en tête par un musoir en pieux battus au mouton et rempli de blocs de pierres.

Si le fond du lit est un sable fin et mobile, on plantera, à la sonnette, à l'aval, des pieux espacés de 3 mètres en 3 mètres et recouverts d'un chapeau placé à quelques centimètres au dessous de l'étiage, afin que la charpente ne puisse jamais assécher.

Les courants qui s'établiront sous le déversoir le feront céder, mais sans l'emporter, quelque mauvaise que soit la nature du fond ; et il suffira, après les crues, d'en réparer les avaries par de nouveaux lits de fascinage et blocage. La dépense ne devant être, dans la plupart des localités, que de 100 à 150 fr. par mètre courant, il restera donc la presque totalité des fonds demandés pour construire avec solidité, avec luxe, même en bonne maçonnerie, les parties

---

(1) Par un travail analogue, on parvient à remplir les fosses les plus profondes qui s'ouvrent à l'aval des écluses de chasse; la glaise remplit les interstices des fascines, et forme une surface lisse que l'action la plus énergique des chasses ne peut entamer.

exposées du déversoir et toutes les écluses, sas, retenues et prises d'eau destinés au service de la navigation et des nombreuses usines et rétablis sur chaqne rive.

En résnmé, nous pensons qu'il est possible et facile d'établir des déversoirs sur nos plus grands fleuves; qu'on peut sans inconvénient en réduire d'un sixième ou d'un cinquième la section, mesurée loin des ponts et des cataractes, et à l'époque des plus grandes inondations; qu'on doit donner aux déversoirs, une longueur au moins double de l'ouverture des ponts les plus étroits; qu'il faut les placer à l'aval des ponts et des confluents, afin de garantir les constructions des affouillemens, et rendre la navigation facile sur les points où elle est maintenant difficile et dangereuse; que la dépense ne s'élevera pas au-delà de 500 francs par mètre courant, non compris les sas et prises d'eau destinées aux usines; que la navigation du Rhône, de la Garonne, de la Loire, de la Seine, etc., qui est si difficile et souvent arrêtée, deviendroit par là, bonne et continue en toute saison, et que les avantages procurés par ces travaux seraient incalculables; enfin que les barrages doivent être préférés dans beaucoup de localités aux canaux latéraux qui detruisent les propriétés, interceptent les communications et s'envasent rapidement.

Mais le succès ne peut être certain que dans le cas où ces ouvrages seraient confiés à des compagnies responsables de leur entretien. Les réparations devant être faites jour par jour, il faut que les fonds destinés à ces dépenses soient longtems d'avance assurés et employés immédiatement au fur et à mesure des besoins.

Les précautions minutieuses et nécessaires ne peuvent être prises par un Gouvernement chargé d'intérêts beaucoup plus importans, et souvent forcé d'ajourner de semblables dépenses par l'impossibilité de fournir à tous les besoins urgents de l'état. Espérons que des essais seront bientôt tentés, puisque des capitalistes offrent d'en faire les

avances et de prendre l'entreprise des ouvrages à leurs frais et à leurs risques et périls.

ARTICLE VII.

DES PONTS SUSPENDUS.

Un pont suspendu jetté sur un torrent large, encaissé, impétueux, très-ouvert, soutenu à une grande hauteur, seulement par quelques chaînes, que le passage de quelques hommes, ou le moindre vent fait vibrer, balancer et agite comme la surface des eaux, est sans contredit l'ouvrage le plus léger, le plus élégant, le plus étonnant que l'imagination la plus riche ait conçu et que l'Ingénieur le plus habile ait osé entreprendre.

J'arrive aux limites de l'Angleterre et de l'Écosse, les montagnes sont nues, élevées, sauvages et presqu'inhabitées; je crois pénétrer dans les vallées solitaires de la Suisse, où les arts les plus simples sont encore inconnus, où des restes de chateaux et de fortifications et des ruines de différens âges rappèlent les guerres anciennes et modernes qui ont dévasté ces contrées et détruit leurs antiques forêts; en descendant par une pente rapide sur les bords de la Twed, tout occupé des beautés de cette nature agreste et des souvenirs historiques que ces contrées rappèlent, j'apperçois au milieu de montages presque désertes, le pont suspendu d'Union, le chef-d'œuvre de l'architecture et de l'industrie. La conception en est hardie, l'exécution achevée, l'ensemble harmonieux, l'effet admirable.

La légèreté du pont contraste si bien avec la violence du torrent et l'apreté des rochers, et s'accorde tellement avec le genre de voiture à un seul cheval en usage dans ces montagnes, que toutes ces idées s'associent dans la pensée.

Il semble naturel de jeter un pont en chaînes, de préférence à tout autre, sur un torrent impétueux, large, profond et encaissé de rochers où les chaînes s'amarrent solidement et à peu de frais; mais dans les pays de plaine où la pierre et le bois sont abondans et les voitures de roulage très-lourdes, un pont en pierre ou en bois paraît plus convenable.

Si l'on exécutait un pont comme celui d'Union dans une grande ville, sur un fleuve dont les rives sont peu élevées, dans les pays manufacturiers où les routes sont couvertes de voitures très-pesantes; on serait frappé de l'appareil et de l'artifice nécessaire pour soutenir de lourdes chaînes; le charme de ces constructions disparaîtrait alors; on n'en verrait plus que les inconvéniens.

Avant d'essayer de décrire les ponts suspendus déjà établis, et de hasarder la présentation de projets analogues, j'ai voulu recueillir ce qui a été fait aux États-Unis et en Angleterre, visiter plusieurs fois et à des époques éloignées, les principaux travaux de l'Angleterre, et consulter les hommes les plus exercés, afin d'être à l'abri de l'illusion de la nouveauté ou de l'attrait de la critique.

J'ai publié dans le 1.er volume de l'histoire de la navigation, des notes sur les ponts suspendus exécutés en Amérique; j'ai donné à la fin de ce volume les extraits des ouvrages anglais qui ont paru sur cette matière, et j'ai réuni dans le 2.e volume de cet ouvrage ce qui est relatif à la théorie, au mécanisme et aux détails de ces constructions curieuses.

Je me propose seulement ici d'examiner plusieurs questions d'économie publique, relatives à ces ponts.

Tout propriétaire de grande manufacture ou de vastes domaines traversés par une rivière bordée de rochers, doit sans balancer, préférer pour son usage, des ponts suspendus en chaînes ou en fil de fer, aux ouvrages en pierre ou en bois: parceque les premiers réunissent dans ce cas l'élégance à l'économie. Mais si le travail se fait au compte du Gouver-

ment sans que les frais journaliers d'entretien soient assurés, si le passage doit être très-fréquenté et livré, sans restriction, à l'action des charges tolérées sur nos grandes routes; les ponts suspendus, loin d'être appropriés aux circonstances ne seront plus que des ouvrages de luxe moins solides et plus chers que ceux en maçonnerie, et surtout en bois même avec piles en pierres.

Les expériences récentes et peu nombreuses faites de ces ponts en Angleterre, ne sauraient autoriser l'adoption générale de ces ponts en France.

En Angleterre les bois de construction sont rares et d'un grand prix ; la plupart de ceux employés étant tirés du Canada ; le nombre des maçons et charpentiers est peu considérable et le prix des journées très-élevé ; le fer et la fonte de fer sont au contraire très-abondans et à vil prix, parceque les mêmes fosses fournissant souvent du minerai de fer, du charbon et de la pierre calcaire, la préparation du métail coûte peu et les transports se font à peu près par l'influence d'un s'ytême complet de navigation et de routes en fer.

On considère le fer dans ce royaume comme une matière première, préférable dans beaucoup de cas à la pierre et au bois, en raison du bas prix de ce métail, de sa durée et de son incombustibilité.

En France, au contraire, les ouvriers sont partout nombreux et le prix des journées est faible, et l'on trouve du bois et de la pierre presque partout abondamment et à moitié prix de ceux d'Angleterre ; le fer de France se maintient à une valeur triple, aussi l'on ne peut que rarement l'employer avec avantage pour remplacer dans les constructions le bois ou la pierre.

Cependant en Angleterre il n'existe encore qu'un seul pont suspendu, destiné au passage des voitures et celles qui le traversent sont légères. La route est en montagnes avec pentes rapides, peu fréquentée et seulement par des

voitures légères ou à ressort ; le pont est loin de toute ville ou village, dans un pays peu habité, ainsi il n'est pas exposé à être couvert de voitures ou de personnes.

Le second pont destiné aux voitures, celui de Menai, maintenant en construction, se trouve de même aux confins de l'Angleterre, au milieu des montagnes escarpées, près des bords de la mer ; ainsi il n'y passera que des voitures suspendues, tous les transports de marchandises se fesant par mer.

Ces exemples ne peuvent donc autoriser l'adoption générale en France des ponts suspendus, pour les grandes routes en plaine, où le poids autorisé des voitures est de 11 tonneaux et où l'on en compte des convois de douze ou quinze attelées de six, huit, et dix chevaux.

Les ponts suspendus, considérés comme ouvrages publics, ne pourraient être préférés aux ponts en pierre ou en bois qu'en raison : 1.° de la nouveauté de ces constructions, 2.° de la difficulté vaincue, 3.° du caractère monumental, 4.° de leur solidité et de leur durée, 5.° enfin de l'économie dans la dépense.

1.° Nous voyons page 380 de ce volume, que les peuples des Indes orientales et occidentales se servent depuis un temps immémorial des ponts suspendus ; qu'on en a fait usage en Europe à des époques reculées, en Italie, en France et en Angleterre ; que les français les ont employés dans les guerres anciennes et modernes ; qu'on en compte plusieurs en Amérique et en Allemagne etc. soit en cordes, soit en anneaux de bois ou en chaînes de fer. Ces constructions n'ont donc pas le mérite d'une découverte ou de la nouveauté.

2.° Ce n'est point aux progrès des sciences qu'il faut attribuer l'application récente des ponts suspendus et la perfection d'exécution qu'on y remarque ; puisque les hommes de génie qui ont construit ceux qui existent n'ont fait usage que des élémens de géométrie et de statique pour calculer les dimensions des pièces, et déterminer avec

précision tous les détails de ces ouvrages, et puisqu'il est reconnu qu'ils ne se sont pas occupés de l'étude des mathématiques transcendantes.

L'abondance et le bas prix du fer en Angleterre et en Amérique et le perfectionnement de la presse hydraulique, machine admirable et d'invention française, nous paraissent être les principales et uniques causes des entreprises nouvelles de ce genre. Le projet d'un pont suspendu aurait été rédigé par l'Ingénieur le plus exercé et le plus habile, et serait exécuté par des ouvriers les plus expérimentés et les plus adroits, qu'on n'aurait aucune garantie de sa solidité, si toutes les pièces en fer n'avaient pas été éprouvées ensemble et séparément, avec une attention scrupuleuse.

La ténacité du fer est plus difficile à constater à la vue que celle du bois, elle est aussi plus variable parce qu'elle dépend de la nature du minérai, du combustible, et des procédés de fabrication. On ne peut donc se dispenser d'essayer les chaînes, les boulons et les tiges, puisque les vices de quelques pièces entraîneraient la chûte de l'édifice. Mais il fallait disposer d'une machine simple et puissante qui permît de faire ces expériences en peu de tems et à peu de frais. La presse hydraulique réunit ces avantages et paraît bien préférable à un système de leviers, l'action de la presse étant lente, régulière, graduée à volonté et presque insensible.

3.° Un pont suspendu ne peut être considéré comme monumental; on exige d'un monument d'architecture, qu'il puisse braver l'action des siècles et les efforts des générations, qu'il résiste par sa masse et son volume, que la matière ne puisse tenter l'avidité d'une troupe ennemie.

Le peuple le plus dévastateur respecterait les pyramides d'Égypte, les canaux et autres ouvrages en terrasses établis à grands frais, parce qu'il faut perdre à les détruire presque tout le travail employé à les construire. Ainsi plus les matériaux d'une construction sont communs et de moins de

de valeur, plus ils sont volumineux pour une somme donnée et plus le monument a de chances de durée, si les élémens résistent à l'eau, à la gelée et au feu. Les siècles passent sur les monticules en pierre, en terre, élevées par des armées, sans que leur masse en soit altérée par le tems ou entièrement dispersée par les efforts des hommes. Le voyageur retrouve avec facilité, dans les Alpes, les traces des voies romaines, et dans les Gaules les restes des ponts en pierre, des aqueducs, des camps de César, abandonnés depuis tant de siècles; il peut encore en reconnaître et étudier les dispositions et admirer ces monumens éternels de l'art, de l'Ingénieur civil et militaire à des époques si reculées.

Le fer, sur le continent, est encore un métal rare et précieux; on ne peut comme en Angleterre en faire des clôtures étendues, des toitures, des routes, le prodiguer aux travaux des champs, et l'abandonner loin des habitations. Souvent on enlève même près des villes, le fer et la fonte des constructions publiques et particulières; la valeur et l'utilité de ces matières tentent la misère, et la facilité de les dénaturer encourage les délits. Un pont en chaînes, placé isolément sur une grande route, dans une ville même, serait bientôt dégradé, s'il n'était surveillé; il tomberait par la soustraction des boulons, chevilles et autres pièces qu'on peut détacher avec facilité. Si les ponts des contrées récemment le théâtre de la guerre eussent été en chaînes, comme on a coupé, dans les chances alternatives des combats, presque tous, ceux même en pierre, il est probable qu'il ne resterait aucune trace de ces ouvrages détruits par ordre et enlevés pièce à pièce en peu de jours. Nous avons vu récemment des corps ennemis arracher et emporter des balustrades et même des ferrures des édifices publics.

4.° Un pont suspendu en chaînes est très-solide en ce sens, qu'il peut porter autant d'hommes, d'animaux et de

voitures chargées que le plancher en contient : mais qui oserait garantir l'effet de la chûte d'un chariot chargé de pierres de taille, tombant de cinq ou six pieds de haut sur le plancher? N'est-il pas probable que les chaînes, les tiges de suspension, ou le plancher se rompraient alors, et que les pierres entraineraient une partie du pont ou passeraient à travers. Le passage d'un troupeau de bœufs sur un pont en chaînes des Etats-Unis, les vibrations produites par trois personnes, sur un pont anglais et un coup de vent, ont suffi pour détruire les premières constructions de ce genre.

Le tablier des ponts suspendus est formé de pontres et de planches exposées à la pluie et de peu de durée. Si ces poutres, en partie pourries, qui ne sont soutenues qu'à leurs extrêmités, cèdaient sous une lourde charge, les voitures et les passagers seraient précipités dans le torrent ; car il n'existe aucune pièce double et solidaire pour prévenir ce malheur.

Des gens mal intentionnés peuvent en quelques heures ou en quelques instans détruire l'ouvrage le plus considérable de ce genre, ou en sciant à moitié quelques poutres, ou en limant quelques pièces de fer, ou en introduisant une boîte d'artifices dans les assemblages : Il n'en est pas ainsi d'un pont en pierres ou même en bois ; des fermes rapprochées et épaisses diminuent la portée des madriers, en augmentent la force, et permettent de recouvrir le passage d'une chaussée pavée ou en cailloutis, qu'on ne peut dégrader en quelques instans ; les altérations du tems s'annoncent long-tems d'avance, et les efforts de quelques hommes seront impuissants, et il n'est pas d'exemple de la chûte subite et inattendue de semblables constructions.

5.° Les considérations précédentes auraient sans doute peu de poids si les ponts suspendus coûtaient beaucoup moins à construire que ceux en pierre ou en bois ; mais les calculs les plus simples établis d'après les prix des matériaux, contiennent la preuve de l'assertion contraire.

On évalue, d'après un grand nombre d'expériences, la force d'une tige de fer tirée dans le sens de la longueur à 39 kilo. 50, par millimètre carré, et celle d'une pièce de bois de sapin, tirée dans le même sens, à 7 kilogrammes 90.e aussi par millimètre carré ; mais la pesanteur spécifique du fer en barre est de 7 kilogrammes 688, et celle du bois de sapin jaune de 0,657 ; celle de l'eau à une température de 10.° étant 1. Le rapport de la force du bois de sapin à celle du fer, pour un même volume, est de 1 à 5 et celui de leur pesanteur est de 1 à 11, 85. Le rapport de la force de deux pièces de même poids l'une en sapin et l'autre en fer, tirées dans le sens de leur longueur, est donc de 2,37 à 1.

Mais en France on paie dix fois plus cinquante kilogrammes de fer que 50 kilogrammes de bois de charpente ; par conséquent si deux pièces de bois et de fer coûtent le même prix, la pièce de bois représente une force 23. 70 ou près de 24 fois plus grande que celle de la pièce de fer. On ne peut donc préférer en France les ponts en fer aux ponts en bois relativement à l'économie.

Le fer a, sans doute, des qualités supérieures à celles du bois ; le feu, l'air, l'eau n'altèrent que faiblement de fortes tiges ; mais on sait préserver, pendant des siècles, la charpente des ponts, et celles des édifices, en la garantissant de l humidité. Il existe des charpentes d église et des ponts couverts en bois, dont les pièces principales datent de plusieurs siècles.

Admettons maintenant que la durée d un pont en chaînes soit de dix fois celle d un pont en bois, il y aurait encore économie à choisir ce dernier mode de construction ; on trouve après cent ans et en comptant les intérêts du fonds employé, qu'un pont en bois souvent renouvelé, aurait beaucoup moins coûté que celui en fer.

Nous avons un terme de comparaison qui servira à établir la différence de ces deux systêmes.

Le pont sur le détroit de Menai d'une seule arche a

environ 165.^{m} d'ouverture entre les culées. Le débouché du pont de Maisons sur la Seine, construit en bois avec piles en pierres est de 165 mètres.

La dépense du pont de Menai a été évaluée à 1,500,000 fr. On la porte maintenant, en raison des augmentations, à 2,000,000; retranchant de cette somme 1,100,000 fr. pour les constructions des maçonneries, des abords et toutes celles extraordinaires occasionnées par la surélévation du pont et les difficultés de l'entreprise, reste 900,000 fr. mais la fonte et le fer coûtent, en France, trois fois plus qu'en Angleterre; on peut donc compter que la dépense d'un pont semblable sur la Seine serait au moins le double ou de 1,800,000 fr : un pont en charpente sur la Seine avec culées et piles en maçonnerie de pierre de taille, ne coûterait pas au-delà de 450,000 fr. c'est-à-dire quatre fois moins qu'un pont en chaînes, d'une seule arche.

La différence du prix de ces deux ouvrages étant de 1,350,000 fr : l'intérêt à 6 p °/₀ est de 81000 fr : c'est-à-dire qu'à chaque période de cinq années, on pourrait avec les intérêts de la somme épargnée, construire un pont en bois avec piles et culées en maçonnerie de la même dimension que celui d'une seule arche en chaînes. La solidité dans ces deux cas étant supposée la même et calculée pour admettre le passage d'une double file de voitures chargées.

Si nous comparions un pont en chaînes à un pont couvert en charpente, les résultats seraient plus favorables encore à ce dernier système; parce que la durée etant très-grande, la dépense après un long terme, serait beaucoup moindre. Un pont couvert, d'ailleurs, est exposé à moins d'accidens qu'un pont en chaînes et coûte beaucoup moins d'entretien.

Nous chercherons à justifier, par des exemples, notre opinion que les avantages attribués aux grands ponts suspendus sont plus apparents que réels, et qu'à l'exception de quelques localités et circonstances particulières, les ponts en bois et même en pierre présentent plus de chances de solidité, de durée et d'économie.

Quelques détails sur le pont en pierre de Neuilly, sur celui en charpente avec piles en pierre de Maisons sur la Seine, et sur les ponts suspendus d'Union et de Menai, suffiront pour juger cette question importante.

PONT DE NEUILLY.

L'ouverture totale est de 280 mètres; celle d'une arche de 38 mètres 97 centimètres', le poids d'une arche de 6,988,000 kilogrammes, l'épaisseur de chaque pile de 4 mètres 22, la largeur du pont de 14 mètres 62, et la dépense totale de 2,500,000 fr.

Le nombre des pilotis d'une pile étant de 135, chaque pieu porterait 51740 kilogrammes, si la maçonnerie n'était soutenue que par le grillage établi sur les pieux; mais on a fondé à sec au moyen de batardeaux, et le pourtour des pieux est enveloppé d'une excellente maçonnerie faite avec mortier hydraulique; les pieux et le grillage, donnent un supplément de force et paraissent un excès de précautions, les affouillemens n'étant pas à craindre en raison du large débouché du pont.

L'ouvrage a pour limite de sa solidité celle des pierres employées; ainsi l'on doit se borner à chercher le rapport de la résistance des pierres à la charge qu'elles ont à porter, pour déterminer le degré de stabilité de l'ouvrage.

La pression de la clef des voûtes est de 141,000 kilogrammes pour un mètre de longueur, ou de 217 kilogrammes pour 25 cent. carrés. Un cube de 5 centimètres de côté en pierres de Saillencourt employées à ce pont, ne s'écrase que sous un poids de 2994 kilogrammes. Ainsi la charge portée par la pierre est environ le 14.e de celle qui la briserait.

Les piles ayant 14 mètres 618 de longueur et 4 mètres 2229 de largeur, chaque 25 centimètres carrés est chargé de 283 kilogrammes, c'est-à-dire, de moins du dixième du

poids de 2994 kilogrammes nécessaires] pour écraser un cube semblable de 5 centimètres de côté ; d'après cela la surcharge qu'il faudrait pour occasionner la chûte du pont de Neuilly par le brisement des matériaux employés, devrait être de 66 mille tonneaux de mille kilogrammes chacun.

Ces résultats déduits des expériences faites sur la force de la pierre de Saillancourt, montrent qu'on aurait pu faire le pont de Neuilly, d'une seule arche, et que dans ce cas le poids porté par les pierres eut été un peu plus du tiers de celui nécessaire pour les briser. En employant des matériaux cinq ou six fois plus résistans, comme le grès, la résistance, pour un pont semblable et d'une seule arche, serait alors 8 fois plns grande que la charge portée.

Mais la difficulté d'exécution d'une grande arche et la dépense d'un pont en pierre augmentent comme l'ouverture, tandis que la solidité diminue dans le même rapport.

PONT DE MENAI.

L'ouverture est de 295 mètres y compris les voûtes en maçonnerie de chaque côté et le passage a 9 mètres 18 centimètres de largeur.

On proposa d'abord d'établir un pont fixe en fer dont la dépense fut évaluée 8 millions et le dernier projet de cet Ingénieur, qui a été adopté et a reçu un commencement d'exécution, est estimé 1,715,000 fr. mais en raison des changemens nombreux qui ont été faits, on peut porter les supplémens au moins au 7.e et la totalité de l'ouvrage à environ deux millions. Ce pont devait être porté par 16 cables formés chacun par 48 tiges d'un demi-pouce carré. La section de chaque cable devait être de 12 pouces carrés Anglais et celle des 16 de 192 pouces carrés. comme la force d'une tige d'un pouce carré, tirée dans le sens de la longueur est évaluée 25 tonneaux, celle de 192 pouces

carrés serait de 4800 tonneaux, si la force totale se trouvait égale à la somme des tiges partielles. Mais l'expérience a démontré que des tiges ainsi unies n'ont que les $\frac{8}{13}$ de la force des tiges, mesurée isolément : les 4800 tonneaux se réduiront donc à 2954 tonneaux.

Mesurons maintenant la charge que les cables devront porter; on estime le poids des cables à 164 tonneaux; l'action du vent à 369; le poids des voitures, troupeaux à 300 tonneaux; celui du tablier et tiges verticales à 342 tonneaux, en tout 1175 tonneaux. Cette pression verticale produit sur les cables, en raison de leur inclinaison, au point de suspension, une tension presque double de chaque côté, puisqu'elle est de 2287 tonneaux. La résistance des cables n'était donc que d'un tiers plus grande que la tension, et par conséquent, beaucoup trop faible. Ces observations, faites par M. Ware, ont déterminé M. Telford à changer son projet et à donner aux chaînes une plus grande solidité; nous les supposerons trois fois plus fortes que les premières, ou capables d'une résistance de 8862 tonneaux; l'excédant de la puissance sur la tension sera de 6575 tonneaux, quantité regardée comme indispensable, l'expérience ayant montré que la charge d'une tige de fer ne devait être que le quart environ du poids nécessaire pour la rompre.

Nous avons trouvé plus haut que l'excédant de force d'une arche du pont de Neuilly est de 66 mille tonneaux, et que celui du pont de Menai est de moins de 6600 tonneaux; d'après cela le rapport des charges nécessaires pour rompre ces deux ponts est comme dix à un; c'est-à-dire, qu'un poids égal au dixième de celui que porterait le pont de Neuilly, écraserait le pont de Menai. Mais la dépense de 2,000,000 fr. du pont de Menai n'a été calculée que pour une largeur de 9 mètres 15 centimètres, elle serait plus grande, si le passage avait 14 mètres 62, largeur du pont de Neuilly; comme le fer et la fonte ont en France une valeur triple, le même ouvrage coûterait au moins le double

du prix payé en Angleterre et beaucoup plus que le pont de Neuilly.

Ces résultats confirment les observations précédentes, qu'on ne doit entreprendre des ponts en chaînes d'une seule arche et d'une grande ouverture, destinés au passage de lourdes voitures, que dans les pays où le fer est à aussi bon marché qu'en Angleterre, et dans les circonstances où il serait impossible, comme au détroit de Menai, d'établir des échaffaudages, et de fonder des piles dans le fleuve.

Nous choisirons pour second terme de comparaison le pont en chaînes d'Union, le seul de ce genre établi pour le passage des voitures, qui soit encore achevé en Angleterre.

L'ouverture du pont d'Union entre les culées est de 110, mètres, et la largeur du tablier de 5 mètres 49 centimètres.

M. Steverson, qui a rendu compte de cet ouvrage, évalue le poids des chaînes à 47 tonneaux, celui du tablier à 100, et le poids total à 147 tonneaux; l'angle d'inclinaison des chaînes au point de suspension est de 12°, la tension des chaînes de 570 tonneaux, et leur force de 1104 tonneaux.

Le capitaine Brown, de la marine royale, l'auteur du projet et l'entrepreneur des travaux, avait fixé la dépense à 5000 guinées; mais les actionnaires convaincus qu'il n'avait eu aucun bénéfice, et satisfaits de la parfaite exécution des travaux, lui ont accordé une gratification de 1000 guinées. La dépense totale a donc été de six mille guinées ou de 160,000 fr.

Supposons qu'on ait donné à ce pont 14 mètres 62 centimètres de largeur de passage, comme au pont de Neuilly, au lieu de 5 mètres 49 centimètres; 140 mètres d'ouverture, au lieu de 110 mètres, et aux chaînes une force non de 1104 tonneaux, mais de 8862 tonneaux, c'est-à-dire, une force 8 fois plus grande, et égale à celle qu'indiquent les calculs de M. Ware. Supposons encore que cet ouvrage ait été exécuté en France où la charge tolérée des voitures est quatre fois et six fois plus forte que celles qui passent sur

le pont d'Union, (1) où le prix des matériaux est triple; la pierre employée au pont de la Tweed, étant sur place et les mines de charbon et de fer se trouvant dans le voisinage; on ne pourrait pas en évaluer la dépense à moins de 1,600,000 fr. et cependant la charge qui écraserait ce pont ne serait pas la dixième partie de celle que pourrait porter le pont de Neuilly.

La comparaison d'un pont en bois avec piles en pierres, à un pont suspendu en chaînes d'une seule arche, nous conduira à des résultats analogues.

M. de Perronet a rédigé pour être construit sur la Seine un projet de pont en charpente ayant cinq travées de 32 mètres 48 centimètres d'ouverture chacune, posées sur des piles en pierre et des culées en maçonnerie; chaque arche ou travée devoit être composée de six fermes pour une largeur de 14 mètres 95 centimètres.

La charge nécessaire pour rompre chaque ferme, est, d'après ses calculs, de 728,798 kilogrammes et pour les six fermes de 4,372,788 kilogrammes, en supposant que la charge fût placée dans le milieu, ou de 8,745,576 en la considérant comme distribuée uniformément sur toute la longueur du pont. Le poids d'une travée, y compris celui des voitures, a été évalué à 816,724 kilogrammes l'excédant

---

(1) Le Tarif suivant, arrêté par l'acte de concession passé par le Parlement, montre qu'on n'a pas supposé qu'il y passerait des voitures pesamment chargées:

Une personne à pied 10 cent.; un cheval non attelé 60 cent.; attelé à une voiture suspendue 1 fr. 25 cent.; à un chariot, 30 cent.; un âne, 20 cent; vingt bœufs, 2 fr. 10 cent.; vingt veaux, brebis ou porcs, 1 fr. Une voiture attelée de six chevaux paierait 1 fr. 60 cent., et cependant la charge ne serait pas la moitié de celles de nos chariots de roulage, en raison de la rapidité et de la longueur des pentes. Ce pont n'est traversé que par des voitures suspendues ou par des charettes à un cheval ou deux au plus, conduisant un tonneau de charbon ou de pierres.

de force est donc de 3,566 tonneaux dans un cas et de 7,928 tonneaux dans l'autre; ainsi les pièces ont près de cinq fois et demie dans une hypothèse et plus de dix fois dans l'autre la force qu'il faudrait pour les briser (1).

Le premier projet, rédigé en 1780, était évalué à 300,000 fr.; mais eu égard aux modifications qu'il a faite, en remplacement des palées par des piles en maçonnerie, et à l'augmentation des prix des matériaux depuis 1780, la dépense d'un semblable pont peut être fixée en 1823 à 450,000 fr. hors de Paris, et à 500,000 fr. à Paris.

Nous estimerons par approximation la dépense d'un pont suspendu en chaînes à construire aussi sur la Seine, d'une seule arche de 140 mètres d'ouverture, débouché du pont d'Iéna ou de celui de Maisons, placé à huit lieues à l'aval de celui-ci.

Nous avons vu que les 16 cables du pont de Menai, ayant ensemble 192 pouces carrés, étaient trois fois trop faibles et qu'on devait en porter la section à 576 pouces carrés anglais, ce qui revient à deux pieds de largeur, sur deux pieds de hauteur, ou à 61 centimètres sur 61 centimètres, en déduisant les $\frac{6}{13}$ de la force du fer, conformément aux résultats des expériences; les chaînes et les tiges étant supposées assemblées en un seul système, et comme solidaires.

La section carrée des chaînes est de 0,372 et le produit par la longueur supposée de 140 mètres, sans avoir égard à la courbure, de 52 m; triplant ce nombre en raison des chaînes horizontales, des parapets, des croix de St. André, et de tous les boulons et autres pièces de fonte que cette construction exige, le cube total du fer sera de 156 mètres cubes; lesquels à raison de 7,788 par mètre cube, font 1,215,000 kilogrammes: évaluons le prix d'un kilogramme

(1) Lorsque les calculs donnent le même excès de force pour un pont fixe en bois et un pont suspendu, le premier est beaucoup plus solide par cela même qu'il est fixe. L'un n'est soumis qu'à une pression, et l'autre doit résister à une action.

à deux francs, y compris les frais d'essai des pièces, ceux d'ajustage, de pose, etc, le produit est de 2,450,000 fr., à quoi ajoutant 170,000 fr. pour l'établissement des culées, des planchers et des abords, la dépense totale serait de 2,600,000 fr. ou la même que celle d'un pont en pierre et plus de cinq fois plus grande que celle d'un pont en bois; l'un et l'autre ayant une semblable ouverture entre les culées; cependant la puissance des chaines ne serait que le quadruple de leur tension, tandis que la charge du pont en bois ne s'éleverait pas au-delà du dixième de celle qu'il faudrait pour le rompre.

On voit donc qu'en préférant un pont en bois de plusieurs arches à un pont suspendu d'une seule arche, la dépense dans le premier cas est six fois moindre. La solidité est d'un autre côté beaucoup plus grande, parceque le poids porté par un pont fixe est une charge pour ainsi dire morte, tandis qu'un pont suspendu cédant sous de lourdes masses est soumis à l'action de forces vives, beaucoup plus forte et plus dangereuses que les premières; la charge des voitures étant la même dans les deux cas.

Nous avons donné aux chaînes les dimensions déterminées par les calculs de M. Ware qui a montré que les résultat consignés dans les rapports des commissaires du parlement d'Angleterre pour la grand route de Holyhead et le pont suspendu de Menai, ne sont pas exacts.

Mais admettons des dimensions trois fois plus petites que celles-ci dessus, et supposons que la section des chaînes soit de 250 millimètres de largeur de 500 millimètres de hauteur ou de 125,000 millimètres carrés, c'est-à-dire à 0,125 millièmes de mètres carrés, la longueur étant de 140 mètres, le cube sera de 17 mètres 50 centimètres; multipliant ce nombre par 3 pour obtenir le volume de toutes les parties en fonte et en fer; des chaînes de retenue, des tiges, parapets, rouages, boulons, liens des pierres, supports, plaques en fonte, des culées et des puits, la solidité sera de

52 mètres cubes et demi qui multipliés, par le poids d'un mètre cube, donnent 393,300 kilogrammes, lesquels à 2 fr. compris essais des pièces, pose, etc. font 786,600 fr. à quoi ajoutant 113,400 fr. pour la construction des culées supports, puits etc. la somme totale est de 900,000 fr. Mais nous avons vu que la dépense d'un pont en bois n'était que de 450,000 fr. la première est donc double de la seconde; cependant le pont suspendu aurait beaucoup moins de solidité que le pont en bois; en supposant toujours le premier d'une seule arche et soutenu par des chaînes unies en faisceau et comme solidaires.

Nous résumerons ce que nous avons déjà exposé afin de ne laisser aucun doute sur le fait important que nous examinons.

On estime à 39 kilogrammes 50 la force d'un millimètre carré de fer forgé tiré dans le sens de sa longueur, et l'on a reconnu qu'il ne fallait employer que le quart de cette force ou 9 kilogrammes 88; au delà, le fer s'alonge sensiblement et les tiges s'affaiblissent. Mais si les tiges ou chaînes sont unies et solidaires, la force totale n'est plus les $\frac{8}{13}$ de la somme des forces. Ainsi la force d'un millimètre carré ne doit plus être comptée que pour 6 kilogrammes 08.[c]

La section des chaînes du pont suspendu précédant étant de 125 mille millimètres carrés, la force réduite comme ci-dessus à 6 kilogrammes 08 par millimètre carré, sera de 760,000 kilogrammes ou 760 tonneaux.

Le pont ayant 140 mètres d'ouverture et d'une seule arche, la charge, en admettant notre système de roulage, ne peut pas être évaluée à moins de mille tonneaux, y compris l'action du vent.

On sait d'après les premiers principes de géométrie et de statique que si un polygone funiculaire a ses deux extrémités invariablement fixées, et qu'un poids se trouve suspendu à chacune des autres extrémités, on peut considérer les deux côtés extrêmes comme prolongés, et tous les poids

comme attachée au point de rencontre. L'angle d'inclinaison avec l'horison détermine la tension de chaque côté; Plus cet angle est faible plus la tension est forte, le poids restant le même; de manière qu'on peut, avec une faible charge, produire une tension immense, en approchant de l'horizontale.

En prolongeant, jusqu'à leur rencontre, les côtés extrêmes que nous supposerons fixés à deux points de niveau, et en prenant sur la verticale prolongée passant par ce point une longueur égale à la somme des poids, on voit que lorsque l'angle que fait chaque côté, avec l'horizon, est de 1°, la tension est de 26 fois 65 la charge; la tension est de 14 fois 733; 9 fois et demie; 7 fois 17; 5 fois 74; 4 fois 10, etc; selon que l'angle d'inclinaison est de 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, etc.; la tension est double si l'angle est de 14° et demi; de moitié en sus, si l'angle est de 19° et demi; et égale si l'angle est de 30 degrés.

Choisissons l'angle de 19 degrés et demi; la tension étant alors de chaque coté de moitié en sus de la charge, sera de 1500 tonneaux; mais nous avons vu que la force des chaînes ne pouvait être évaluée qu'à 760 tonneaux; elle est donc moitié trop faible ou bien on employera moitié de la force absolue au lieu du quart; ou enfin on ne fera pas abstraction de la perte de force qui résulte de l'assemblage et de l'union des pièces.

On pourrait objecter relativement à cette dernière considération que lorsqu'on soumet un système de tiges ou de chaînes à une grande tension, les pièces les plus tirées s'allongent, se mettent en harmonie, de manière qu'après quelques instans, chacune tire comme si elle était seule et alors la puissance du faisceau est égale à la somme des forces; mais l'expérience ne confirme pas cette explication, une pièce qui s'alonge ne conserve plus la même solidité. L'effet produit est celui d'une force vive, bien plus active qu'un poids mort. Un système de chaînes formé même de pièces

essayées éprouve une perte évaluée par des Ingénieurs et mécaniciens anglais à $\frac{1}{12}$.

D'après ces observations, les chaînes du pont suspendu devraient être doublées et rendues indépendantes, afin de présenter le degré de solidité nécessaire. Mais en augmentant le cube de fer, on augmente aussi la dépense de l'ouvrage, et on dépasse davantage le montant d'un pont en bois et même en maçonnerie.

Les résultats précédens, quelques généraux qu'ils soient, sont assez approximatifs pour convaincre que les ponts suspendus, d'une grande ouverture et d'une seule arche ne doivent pas être adoptés indistinctement dans toutes les localités, et particulièrement en France, en raison 1.° de l'excès des chargemens des voitures; 2.° de la cherté du fér et de la fonte; 3.° du bas prix du bois et de la pierre et de la main-d'œuvre; 4.° du grand nombre de charpentiers, maçons et manœuvres qui manquent de travail. Il paraît indispensable de faire d'abord l'application de ces constructions nouvelles sur les points où elles conviennent davantage, c'est-à-dire, dans les pays de montagnes où les rivières ont beaucoup de rapidité et de profondeur; où les rochers qui les bordent permettent d'encastrer les chaînes avec facilité, solidité et économie, et dispensent d'élever d'énormes supports; où le poids des voitures est très-faible en raison de la longueur et de la rapidité des pentes. Partout ailleurs les ponts suspendus d'une seule arche, nous paraissent être des ouvrages de luxe qui ne présentent, pour de grandes routes, aucun avantage particulier, et ne méritent sous aucun point de vue (1) la préférence sur les systèmes de ponts en bois, ou de ponts en pierre adoptés en France.

---

(1) Les ponts en chaînes sont connus depuis si long-temps qu'on n'a pas plus de motifs d'en recommander l'adoption en raison de la nouveauté que celle des ponts couverts en bois, si communs en Suisse et en Allemagne, mais dont l'usage est si peu répandu, que le projet du pont de Toirette, sur la rivière d'Ain, que j'ai rédigé en 1803, est un des premiers de ce genre qu'on ait proposés en France,

Mais les observations ci-dessus ne s'appliquent nullement aux ponts suspendus de plusieurs arches, surtout lorsqu'ils sont destinés seulement au passage des hommes, des chevaux, des chariots à un cheval, ou des voitures suspendues; ces constructions, dans ces cas, sont aussi économiques qu'élégantes, et doivent être préférées, particulièrement dans les pays montueux, pour franchir des torrens encaissés et profonds.

Nous donnons (planche XII) le projet d'un pont suspendu à deux arches, exécuté dans les fonderies anglaises pour l'Ile-Bourbon, sur les dessins et sous la direction de M. Brunel, ingénieur français fixé à Londres.

Ce célèbre mécanicien, qui a inventé et fait exécuter en Angleterre les plus belles machines, ne s'occupe jamais d'une question mécanique sans l'épuiser et sans dépasser ses devanciers par des découvertes importantes : la force de la pensée, la puissance du génie, lui font deviner, sans secours de calculs et à l'aide de simples expériences, les propriétés des corps et les corrélations à établir entre les parties d'une machine. Il sait assujettir à une pompe à feu des scies, des rabots, des gouges, et les forcer à produire avec précision, et sans altération, un mouvement et un effet déterminés. Il anime de sa pensée des rouages en apparence irréguliers, et soumet la matière à la volonté de son imagination créatrice. Une de ses machines, par l'action seule de la vapeur, change des blocs bruts en corps de forme donnée, en poulies parfaites, et fournit à tous les besoins de la marine royale de la Grande-Bretagne. Une autre divise des poutres d'acajou de quatre pieds de diamètre, en feuillets parfaitement unis d'un douzième de ligne d'épaisseur. Une troisième prend les pièces de bois dans un canal souterrain, élève du fond d'un puits le chariot qui les porte, le conduit dans des

chantiers où chaque arbre debout est rangé en raison de sa hauteur et de ses autres dimensions, et les mène à la scierie que le même moteur fait marcher.

M. Brunel, en méditant sur les ponts suspendus en chaînes, a reconnu que ceux d'une seule arche ont de graves inconvéniens ; que les culées et les chaînes de retenue doivent résister à une action excessive ; que la dilatation et l'action de la charge font étendre les chaînes et baisser le pont, sans qu'aucune force contraire puisse jamais le relever. Cet ingénieur a pensé qu'il fallait diviser le poids, ou multiplier les supports en établissant une pile intermédiaire ; que deux arches parfaitement symétriques se faisaient équilibre ; qu'en élevant les points d'attache de la pile au-dessus de ceux des culées, on réduisait la tension des chaînons extrêmes et la hauteur des colonnes, dont l'aspect est désagréable. Il a de même reconnu que des chaînons ayant plus d'élasticité que des barres, étaient préférables; que chaque arche devait être garantie de l'action du vent, et surtout de l'effet des charges passant sur l'autre arche, par des chaînes concaves destinées à empêcher le soulèvement du plancher. Enfin, M. Brunel n'a proposé ces ouvrages que pour un pays de montagnes où les transports se font sur des voitures légères et attelées d'un seul cheval.

Par les diverses améliorations et par les profondes combinaisons que l'on remarque dans le système du pont suspendu en deux arches pour l'Ile-Bourbon (1), M. Brunel peut être considéré comme l'un des inventeurs des ponts suspendus. Nous ne mettons avant lui que le capitaine Brown, à qui on doit le premier grand pont exécuté en Angleterre. Ce dernier mérite le titre

(1) Je dois à l'amitié de M. Brunel les dessins de ce pont, et des renseignemens utiles sur les constructions qu'il a dirigées.

d'inventeur par la nouveauté et la perfection des assemblages des chaînes. La plupart des projets rédigés depuis ne paraissent être que des copies défectueuses, ou des imitations dangereuses du pont de Tweed.

Nous pensons qu'il faut admettre en principe la division des arches avec M. Brunel, et le système d'assemblage du capitaine Brown.

Plus on réfléchit à la construction des ponts suspendus, considérés comme ouvrages publics, plus on reconnaît la nécessité de diviser l'ouverture en plusieurs arches, et de ne pas dépasser, dans les circonstances ordinaires, celle des ponts en bois les plus hardis. En adoptant de plus grandes dimensions, quand elles ne sont pas forcées, on exagère les difficultés, on en crée d'inutiles, on augmente les dépenses en diminuant la solidité.

Les ponts suspendus de plusieurs arches ont sur ceux d'une seule arche des avantages inappréciables : le poids de l'édifice étant réparti sur beaucoup de points, est modéré sur chacun ; une arche fait équilibre à l'autre, les efforts se détruisent sur les piles, et on ne doit construire sur les culées que des supports légers et peu élevés. Les ponts suspendus d'une seule et grande ouverture exigent l'emploi de colonnes élevées et massives, des chaînes d'attache longues et lourdes, et tout l'appareil qui montre l'artifice et les dangers de ces constructions. L'édifice en entier est porté par quelques points uniques qu'un accident ou la malveillance peut ébranler et détruire en quelques instans.

Les avantages des ponts suspendus de plusieurs arches sur ceux d'une seule arche, lorsque l'ouverture est grande, sont les mêmes, soit qu'on emploie des chaînes ou du fil de fer. MM. Séguin, d'Annonay (1), ont adopté

(1) MM. Séguin ont annoncé qu'ils avaient eu la première connaissance

cette opinion dans la rédaction des projets de ponts suspendus en fil de fer qu'ils ont présentés.

MM. Séguin ont déjà établi pour des piétons un pont suspendu en fil de fer, qui a parfaitement réussi. Ils doivent en étendre l'usage et en construire de semblables de plus grandes dimensions, destinés au passage des voitures, mais dans des pays de montagnes où les transports se font sur des chariots légers.

Le fil de fer étant mieux corroyé que le gros fer, plus égal et plus durci par l'effort des filières, est capable d'une résistance à peu près double de celle moyenne du fer en barre. On peut donc se procurer, avec des chaînes en fil de fer, une force double de celle de tiges en fer d'un même volume.

L'emploi du fil de fer est plus facile que celui des chaînes, et la durée, quoique moins longue, en raison de l'action de la pluie et de l'air, peut être long-temps prolongée, au moyen d'enduits, par un entretien soigné.

MM. Séguin ont eu le bon esprit d'adopter des idées analogues à celles de M. Brunel, en divisant en deux arches le pont sur le Rhône, afin de diminuer la portée et la tension des chaînes, et leur action sur les supports des culées.

Nous croyons qu'il est nécessaire d'adopter un plus grand nombre d'arches pour les passages étendus, lorsque les circonstances le permettent, de réduire le poids

---

des ponts suspendus en fil de fer, par le *Moniteur* du 8 décembre 1821, où l'on rendait compte de l'ouvrage que nous avons publié sur la navigation des États-Unis. Nous souhaitons, après avoir peut-être contribué à l'établissement en France des premiers ponts en fil de fer, de prévenir, par cet écrit, les inconvéniens des ponts suspendus d'une seule arche et d'une trop grande ouverture.

toléré des voitures (1), et surtout de confier l'entretien des travaux aux constructeurs, sous leur responsabilité, pendant la durée de la concession. Lorsque des concessionnaires sont chargés de la conservation des ouvrages, et d'en payer les réparations, un pont en fil de fer et même en cordes, entretenu au jour le jour, offre alors un passage plus assuré qu'un ouvrage en bois, en maçonnerie, qui serait long-temps abandonné à l'action des courans et aux dégradations du temps et des passans.

MM. Séguin donnent au public toutes les garanties du succès de leurs projets. Ces manufacturiers appartiennent à cette classe supérieure et trop peu nombreuse de mécaniciens habiles qui réunissent une instruction profonde, un esprit exercé à une expérience consommée.

C'est à de tels hommes que la France doit ses plus honorables et ses plus utiles améliorations, et l'Angleterre son incroyable prospérité.

L'opinion que nous avons émise, qu'on devait rechercher la simplicité et l'économie dans la construction des ponts suspendus, et éviter la trop grande ouverture des arches, s'applique de même aux ponts fixes et se trouve justifiée par le passage suivant de l'ouvrage sur les ponts par M. Gauthey, ancien inspecteur général des ponts et chaussées :

« Presque tous les ponts élevés avant le 18.e siècle » sont bâtis avec beaucoup d'économie, tant pour le » genre de leur construction, que pour la largeur qu'on » leur a donnée, puisque les plus importans offrent » à peine un passage pour deux voitures. Les ponts de » Paris sont, pour la plupart, excessivement larges;

---

(1) Ces précautions sont moins utiles dans les pays de montagnes où la longueur et la rapidité des pentes empêchent de faire des chargemens plus lourds.

» mais on ne leur avait donné cette largeur considé-
» rable, que pour pouvoir y placer deux rangs de maisons,
» qui rendaient même la voie publique assez étroite.

» Les arches de la plupart des anciens ponts de France
» ne sont pas grandes, et, à l'exception des têtes et des
» angles des murs, qui sont en petites pierres de taille,
» tout le reste est fait en moellons, dont le prix est
» de beaucoup inférieur à celui de la pierre de taille.
» Cependant, les ponts bâtis avec cette simplicité, durent
» depuis très-long-temps.

» Dans le siècle dernier, on a cherché, en général,
» à mettre beaucoup de luxe dans la construction des
» ponts : on les a faits très-larges, même dans les
» endroits éloignés des villes; et l'on a élevé des arches
» très-grandes et très-surbaissées, dont l'exécution diffi-
» cile et hardie, obligeait à employer des pierres de
» taille considérables et d'un prix fort élevé. Il est
» résulté de là qu'on a fait de très-beaux ponts qui
» ont contribué à la gloire de la France, en donnant
» aux nations étrangères une idée de la perfection à
» laquelle elle avait porté l'art de construire ces édifices.
» Mais le petit nombre de grands ponts élevés d'après
» ce système, a absorbé les fonds que le Gouvernement
» pouvait consacrer à cette sorte de travaux : on s'est
» trouvé forcé de négliger beaucoup d'autres ponts sur les
» routes les plus importantes, et dont la construction
» est très-utile au commerce. »

Ces observations, reconnues justes par tous les hommes éclairés, acquièrent plus de poids, présentées par M. Gauthey (1), l'un des plus grands ingénieurs de France

(1) On a reproché à M. Gauthey d'avoir mis beaucoup de parcimonie dans ses constructions, de s'en être trop rapporté aux résultats

et d'Europe. Sa position et son amour de l'art n'altèrent point l'expression de sa pensée ; il ose combattre les fausses idées de grandeur et l'influence dangereuse du luxe en architecture, et rappelle sans cesse que l'utilité doit être le but principal des travaux d'un gouvernement.

Des motifs semblables doivent déterminer l'Administration à rejeter les projets somptueux, plutôt extraordinaires qu'ingénieux, et à revenir aux systèmes admirables du ministère de Henri IV, aux principes sages et féconds qui rendent les nations riches et puissantes par l'influence des travaux utiles et les trésors de l'économie.

Nous considérons les ponts suspendus, d'une grande ouverture et d'une seule arche, destinés au passage libre des plus forts roulages, dans des pays de plaines, riches et peuplés, comme les ouvrages les plus chers, les moins solides et les plus désastreux. De graves

---

donnés par la théorie, quelquefois démentie par l'expérience, et on attribue à ces causes les dégradations survenues à ses travaux.

En visitant le grand canal du Centre, créé par M. Gauthey, et en lisant ses mémoires, nous ne pouvions nous lasser d'admirer l'énergie de son caractère et la puissance de son génie. Ce célèbre ingénieur avait à lutter contre les efforts du crédit, des intérêts privés, des préjugés et de l'envie. Il en a triomphé, comme des obstacles de la nature, par 30 ans de persévérance; les difficultés l'ont de plus en plus éclairé, et il a laissé à son pays deux monumens également utiles, le canal du Charolais et son Traité des Constructions.

Les avaries de ce canal sont faciles à justifier : M. Gauthey avait entrepris cet ouvrage aux frais d'une province qui devait l'entretenir en père de famille, jour par jour, en consacrant les péages aux réparations. Maintenant les produits sont versés dans la caisse des droits-réunis, comme revenus de l'État, et se trouvent ainsi distraits de leur destination primitive, le bon entretien des travaux. Il en résulte qu'on ne peut ni prévenir les dégradations, ni les réparer assez tôt. L'ingénieur, auteur du projet, n'est donc nullement responsable des pertes occasionnées par le mauvais état des travaux d'art.

accidens ne manqueront pas de constater l'exagération de ces projets et pourront même empêcher l'emploi général, dans les pays de montagnes, des ponts en fil de fer et en chaînes, pour le passage seulement des piétons et des voitures légères.

On rejetera dans la suite ces constructions élégantes et économiques, parce qu'on attribuera au système des ponts suspendus en général les vices particuliers inhérens à ceux d'une trop grande portée livrés imprudemment au passage des plus lourdes voitures.

Nous pensons que l'on doit, de préférence, adopter les ponts suspendus dans les pays de montagnes, et lorsque le passage est destiné seulement aux piétons et aux bêtes de somme; mais que la construction des ponts anglais doit être modifiée en France, si l'on admet sans distinction les voitures de roulage maintenant tolérées.

Nous avons essayé d'établir un système mixte qui réunisse la hardiesse et la légéreté des ponts suspendus en chaînes de fer, à l'économie des constructions en bois.

Dans les divers ponts suspendus exécutés ou projetés dans les États-Unis ou en Angleterre, le tablier est entièrement porté par les chaînes pendantes. Celles horizontales lient les poutres de tête sans aider sensiblement à les porter ; chaque portion du plancher n'est soutenue que par les tiges verticales fixées aux chaînes courbes. En sorte qu'une section du tablier serait entraînée isolément avec la charge, si les tiges verticales venaient à se rompre par la chute d'une voiture. La pourriture d'une seule poutre ou de quelques madriers exposerait de même les passans aux plus imminens dangers.

Dans les ponts en bois non couverts ayant plus de 10 mètres d'ouverture, on soutient le tablier par des

cintres, des arbalétriers ou des jambes de force, dont le pied descend beaucoup au-dessous du plancher; en sorte qu'il faut relever le passage, établir, avec de grandes dépenses, des rampes très-hautes, ou faire descendre les pièces de support au-dessous des grandes eaux, en les exposant à leur action.

Cet échafaudage qui rend la structure des ponts épaisse et lourde, se pourrit rapidement, et n'est remplacé qu'à grands frais et en interrompant la circulation.

Quelle que soit la forme des ponts construits entièrement, en fonte, en fer, ou en bois, ces ouvrages sont sujets à de graves inconvéniens : le choc perpétuel et les vibrations causées par le passage des voitures brisent, à la longue, les plus fortes pièces de fonte ou d'acier; il n'est pas de ressort qu'un usage prolongé ne fasse rompre (1). Le fer est moins cassant, mais il s'allonge par la dilatation, se fausse par les vibrations trop fortes, perd aussi de son nerf, et coûte, pour une force donnée, dix et vingt fois plus que le bois. Les pièces de bois ne s'assemblent qu'en perdant de leurs dimensions et de leurs forces, et s'altèrent de plus en plus par l'action de l'humidité.

Il faut donc combiner ces matériaux et donner à chacun une destination déterminée par leur nature. La fonte de fer résiste mieux à l'humidité que le fer, et coûte beaucoup moins. On l'emploiera sur les piles et les culées, et partout où les vibrations seront

(1) On a remarqué dans les manufactures que lorsqu'une pièce de fonte, des plus fortes dimensions, reçoit le choc continuel du plus léger marteau, elle finit par se briser; il en est de même des roues de voiture entièrement en fonte. On a reconnu que la fonte et le fer, exposés à de fortes secousses ou vibrations, ne peuvent être conservés intacts que par l'addition de pièces de bois qui les garantissent du choc, et en diminuent l'élasticité.

insensibles. Le fer ayant plus de ténacité et de liant, formera les chaînes de suspension et les tiges verticales, comme ce métal, sous un même volume, a plus de force que la fonte et le bois, ces parties étant plus minces, feront paraître l'édifice léger et hardi. Le fer sera surtout employé à lier entre elles, les poutres du tablier.

Le plancher sera formé de poutres longitudinales, assemblées, frettées, boulonnées, et ayant ensemble des dimensions telles, qu'étant posées sur les piles, elles puissent se porter seules et se maintenir de niveau, ou légèrement bombées, sans le secours des chaînes. On obtiendra ce résultat en cerclant les pièces, de deux mètres en deux mètres, par de forts liens de fer ou manchons où les tiges de suspension viendront se fixer.

Le nombre des pièces, leurs dimensions et l'épaisseur des cercles seront déterminés d'après la grandeur de l'ouverture des arches et la force du bois employé.

Tous les assemblages des pièces superposées ou jointives seront à crémaillère, et les joints enduits de mastic et garnis de croix en fer incrustées dans des tenons ou trous remplis, avec soin, de mastic. Ces croix, de 8 centimètres de long et de 2 centimètres de hauteur, sont destinées à empêcher le glissement des pièces et à les unir plus intimement. La solidité du plancher dépendra de l'art mis à former les poutres.

La combinaison d'un double pont en bois et en chaînes en fer n'oblige pas de réduire la grandeur des arches au-dessous de la plus grande ouverture des ponts suspendus; mais elle permet de diminuer les dépenses de ces ouvrages et d'en augmenter la solidité.

Nous conservons des ponts suspendus toutes les parties qui en constituent la force, et nous transformons le tablier, qui n'était soutenu que par les chaînes, et que

les vents et le poids des voitures agitaient et déformaient, en un second pont fixe qui se soutiendrait sans le secours des tiges et des chaînes.

Le tablier, ayant un poids plus grand que la force des plus grands ouragans, ne pourra pas être emporté, soulevé ou déformé ; le poids des voitures ne produira ni enfoncement ni altération quelconques, parceque le plancher, fortement uni, présentera une masse homogène trente fois plus forte que la charge du plus lourd chariot. Aucun élément du pont, étroitement lié à tous les autres, ne cédera isolément, toutes les parties du plancher et des chaînes formant un système unique. La chaîne, également tendue sur tous les points, éprouvera partout une tension plus forte, mais régulière, lorsque les charges augmenteront ; en sorte qu'on ne pourrait déterminer les points probables de rupture. Quand le vent et les charges considérables pèseront sur le tablier, les chaînes éprouveront un plus grand effort; mais le plancher composant une masse homogène et solidaire, on ne distinguera aucune dépression.

Lorsque le temps aura réduit la force des poutres, leurs parties comprises entre les tiges deviendront flexibles : la courbure du tablier fera connaître longtemps d'avance l'époque du renouvellement. Même dans cet état, un pont ainsi construit ne donnerait pas lieu aux mêmes accidens que les tabliers ordinaires des ponts suspendus. Le bois ne se brise qu'après avoir atteint une courbure qui est effrayante. Dans les grandes travées, le fer, au contraire, se rompt subitement, et sans qu'on puisse pressentir l'événement.

On dira qu'un double pont en chaînes de fer et en bois coûtera beaucoup plus, et sera sujet aux inconvéniens des constructions de ce genre. La comparaison de ce projet avec les ponts établis nous a conduit à des résultats opposés.

Puisque le tablier fixe se soutient lui-même, et que le vent ne peut l'ébranler, il n'est pas nécessaire d'employer autant de chaînes, et des chaînes aussi lourdes, que lorsque le plancher est une charge qu'il faut à-la-fois soutenir suspendue et défendre de l'action du vent et des voitures.

Le tablier, dans ce cas, pèsera beaucoup plus, mais la force qu'il donnera à l'édifice coûtera beaucoup moins que par l'emploi seul du fer. La diminution de la force des pièces de bois, en raison de leur position presque horizontale, est compensée par l'économie du fer et de la fonte, qui ont encore un prix de monopole en France.

Le système mixte est fondé sur l'accroissement de force qu'on obtient en assemblant invariablement des pièces superposées, et en les maintenant serrés par des manchons et des boulons qui ne puissent fléchir sous la pression totale de l'édifice.

Les cercles épais et larges, placés de deux mètres en deux mètres, empêchent la déflection des pièces sur leur longueur lorsque les dimensions du faisceau de poutres sont telles, que la partie qui sépare deux cercles, ne puisse céder à un effort trois fois plus grand que tout le poids du pont. Les pièces ainsi préparées, ne prendront qu'une légère courbure concave, ou ne perdront qu'une partie de celle convexe qu'elles avaient reçue (1).

---

(1) Nous donnerons quelques détails du projet mixte. Nous supposons qu'il doit être établi sur une rivière en plaine devant avoir, comme la Seine, un minimum de débouché de 140 mètres. Si le fleuve était bordé de rochers assez rapprochés, et avait un cours rapide et profond, il vaudrait mieux alors ne faire qu'une arche, et encastrer les extrémités des chaînes dans des galeries pratiquées dans le rocher.

On a divisé les 40m en trois arches ; celle du milieu a 70m de

On a supposé que les ponts suspendus avaient une plus grande ouverture que ceux en bois. Cependant, le pont d'Union, le plus étendu de tous ceux maintenant

---

corde au couronnement des piles, et chacune des deux autres, 35^{m}. Le passage, divisé en deux par des chaînes pendantes, a en tout 12 mètres de largeur.

Les chaînes sont accouplées deux à deux, jointives, sans être unies et solidaires; chaque ferme de tête, comme celle du milieu, est portée par deux paires de chaînes.

Chaque chaîne est formée de chaînons de 5 mètres de longueur, de 0^{m} 20^{c} de hauteur, et de 0^{m} 10^{c} de largeur, assemblée au moyen de plaques percées comme les chaînons, avec boulons; le tout retenu par des frettes.

Les chaînes supérieures reposent sur des poulies placées sur les supports, à 7^{m} au-dessus du plancher, et descendent jusqu'à la ligne supérieure des garde-fous. Les chaînes inférieures sont à 0^{m} 80^{c} au-dessous des premières, et arrivent au milieu de la hauteur du parapet qui a 1^{m} 60^{c} de hauteur.

Les tiges pendantes sont rondes, de 5^{c} de diamètre, et à une distance de 2^{m} 50^{c} l'une de l'autre. Chaque arche latérale fait équilibre à la moitié de la grande arche, moins par la pesanteur, que par la stabilité des pièces fortement scellées dans les piles et les culées, au moyen de barres verticales.

Les chaînes des petites arches pouvant être considérées comme des chaînes d'attache de la grande arche, le prolongement dans les culées se trouvera réduit, et la solidité beaucoup augmentée.

On évalue le poids du tablier, des chaînes de l'arche principale, celui des voitures, l'action du vent et le supplément de force nécessaire pour assurer la stabilité de l'édifice, ensemble à 1200 tonneaux. Comme l'angle d'inclinaison est d'environ 14° 30', la tension des chaînes aux points de suspension sera, de chaque côté, double, ou de 2400 tonneaux.

Pour calculer les dimensions des chaînes, on a réduit au quart ou à 10 kil. la force d'un millimètre carré, qui est, terme réduit, de 39 kil. 50. La section de toutes les chaînes devra donc être de 240,000 millimètres carrés.

Nous avons 12 chaînes, chacune de 0^{m} 20^{c} de hauteur, sur 0^{m} 10^{c} de largeur, ou 20 mille millimètres carrés, qui, multipliés par

achevés en Angleterre et aux États-Unis, n'a pour corde que 110 mètres, tandis que celle du pont couvert de Lima, d'une seule arche, est de 119 mètres; et rien ne s'oppose à ce qu'on donne à un pont couvert l'ouverture du pont de Menai, qui, d'ailleurs, n'est point achevé, et dont le système de chaînes a été déjà trois fois changé depuis que cet ouvrage est ordonné.

Il est nécessaire de faire observer que rarement on est forcé d'avoir recours à ces dimensions gigantesques. Les ponts d'Union, de Menai, ne sont pas des exemples à citer : les ingénieurs anglais, auteurs de ces projets, ont voulu étendre leur renommée en augmentant sans nécessité l'ouverture des arches, et en se créant à plaisir des difficultés.

On pouvait avec facilité, on devait même réduire aux trois quarts la corde des ponts de Menai et d'Union; mais il semble que ces constructeurs célèbres ont eu pour but de surpasser les travaux des autres nations, et d'atteindre les limites du possible.

La France, qui ne peut encore, comme l'Angleterre, employer 6 ou 700 millions par an en travaux publics, doit-elle consacrer à des ouvrages de luxe les faibles sommes qu'elle destine aux constructions, et s'occuper

---

12, font 240,000 millimètres carrés. Elles ont ensemble $0^m\ 60^c$ de largeur, sur $0^m\ 40^c$ de hauteur, ou $0^m\ 24^c$ de mètre carré.

Ces dimensions paraîtront exagérées, parce que nous avons pris le quart de la force du fer au lieu du tiers, et avons augmenté considérablement la charge probable de l'édifice. Cependant, la force de cet ouvrage n'est pas, avec de telles dimensions, au-delà de celle de la plupart des ponts en bois, et on a moins de motifs d'affaiblir la résistance dans le premier cas, que dans le dernier.

Si le système de roulage était changé, en réduisant le poids toléré des voitures, on pourrait aussi diminuer considérablement les dimensions des chaînes.

d'embellir quelques villes, lorsque plusieurs départemens sont totalement privés de canaux et des routes les plus nécessaires?

Des milliers d'habitans sont forcés de s'expatrier et d'aller dans les contrées où la facilité des communications fait fleurir le commerce et l'agriculture.

Nous avons proposé un système mixte de pont suspendu, uniquement parce que ces ouvrages doivent moins coûter, dans certains cas, de dépenses d'établissement et de frais d'entretien, que les ponts en fonte, en fer ou en bois.

Un pont en chaînes avec tablier suspendu, exige une grande perfection de travail, expose à de graves accidens. Un pont couvert demande une forêt de bois et des pièces de fortes dimensions. Un pont non couvert, tout en bois, entraîne dans des dépenses continuelles de réparation, de construction, d'échafaudage, et oblige d'interrompre souvent le passage.

Un pont moitié en chaînes et moitié en bois se pose en quelques jours, et sans ponts de service, coûte moins, dure davantage, et ne donne lieu à aucun des accidens inhérens à ces autres systèmes. Les chaînes sont assemblées sur le rivage et mises en place au moyen de câbles tendus d'une culée à l'autre, on pose ensuite les poutres à l'aide des chaînes, où sont suspendus des cordeaux et rouleaux qui forment ponts de service.

Le tablier est formé par des traverses en fonte, qui s'attachent avec des boulons aux manchons en fer qui enveloppent les faisceaux de poutres. Sur ces pièces de fer reposent les madriers, planches et barres en fer qui composent ou recouvrent le tablier. On obtient, par ce mélange du fer et du bois, force sans grande dépense,

fixité et solidité sans excès de pesanteur, élégance sans danger.

Comme les ouvrages qui ont paru en Angleterre sur les ponts suspendus, et que nous avons traduits, ont été publiés ou par des savans sans expérience des arts, ou par des mécaniciens habiles, moins empressés de répandre leurs connaissances, que de montrer leur capacité et leur intention d'entreprendre de plus grands travaux, nous avons cherché à remplir les lacunes que laissent leurs livres, en réunissant dans le second volume les documens utiles relatifs à ces constructions nouvelles. Nous aurons à citer les belles expériences de M. Duleau, ingénieur des ponts et chaussées, dont les observations sont appuyées par des connaissances approfondies dans toutes les branches de la mécanique.

Art. 8. *Des Routes en fer.*

Nous avons cherché à montrer, pages viij et suivantes du Discours préliminaire, les avantages d'une route parfaitement unie et ferme, et nous avons été conduit à ce résultat, qu'un cheval, ayant une force moyenne de 87 kil., attelé à une voiture à quatre roues, dont le rapport du diamètre à l'essieu est de 34, peut tirer un poids 204 fois plus grand que sa force, ou de 16,748 kil., en supposant la roue bien cylindrique, l'essieu et la boîte parfaitement tournés, polis et ajustés.

Puisqu'un cheval ne conduit en général que 1000 kil. sur nos meilleures routes, les $\frac{15}{16}$ de la force sont détruits par les inégalités de la surface des chaussées.

On conçoit par là les économies incalculables que donneraient des routes plus unies et plus solides.

Nous avons vu, page ix, que la résistance était deux fois plus grande sur une route en fer de fonte grossière et boursoufflée, que sur une route en fonte douce

ou en fer forgé ; neuf fois plus sur une chaussée en dalles unies ; douze fois plus sur un pavé de grès en bon état; quatorze fois plus sur une chaussée en cailloutis, bien unie ; seize fois plus sur un pavé non flaché ; vingt fois plus sur un cailloutis rouagé ; vingt-quatre fois plus sur une chaussée de blocage ; soixante fois plus sur une route en terrain naturel, et cent fois plus sur les chemins vicinaux à terre forte et ornières profondes.

Ces différences seraient encore plus grandes si on comparait une route en fer, tracée et exécutée avec art, presque droite, avec pentes régulières parfaitement calculées, à une autre route ayant des pentes rapides, des contre-pentes fréquentes et rechargées de matériaux informes, et dans l'état où se trouvent tous nos chemins vicinaux.

Les routes en fer ont paru en dernier lieu si avantageuses en Angleterre, qu'on les préfère aux canaux. Pour un seul canal maintenant en construction, on compte cent routes en fer entreprises, même parallèlement aux grands chemins ; toutes sont dirigées des mines et carrières aux canaux voisins ou à la mer.

Quelqu'évidens que soient les avantages des chemins en fer en Angleterre, il est peu de provinces du continent où l'on puisse généralement les adopter : ce métal y est encore trop rare et trop cher.

Mais nous arrivons, en France, à une époque heureuse où le perfectionnement de l'exploitation des mines, des fonderies et des forges, et surtout de la navigation, fera tomber le prix de la fonte et du fer à la moitié de leur valeur actuelle. De nombreuses routes en fer étendront et compléteront le système de navigation intérieure. C'est alors seulement que la France pourra entrer en concurrence avec l'Angleterre pour la fourniture,

sur les marchés d'Europe, des produits de nos plus importantes manufactures.

L'Angleterre a commencé à établir des routes artificielles à rouages unis, dès-l'année 1680; mais ces premiers travaux, d'abord grossiers et en bois, ont été successivement perfectionnés. Ce n'est que depuis 1797 que les proportions des parties ont été bien calculées et que l'usage en est devenu général.

Il est nécessaire d'étudier l'histoire de l'art de ces constructions, afin d'éviter dans le début les inconvéniens qui ont nécessité les améliorations successives.

On a reconnu que, lorsque les pièces de fonte avaient une grande longueur et les voitures de forts chargemens et beaucoup de vîtesse, les articulations de ces routes se déplaçaient de leurs bases ou se rompaient par les vibrations et le choc. Il a fallu adopter des articulations plus courtes, des charges moins fortes et un mouvement plus régulier et plus modéré.

Les pentes ont été réglées, autant que les circonstances le permettaient, de manière à descendre uniformément et constamment des mines et carrières aux ports, et à rendre l'effort nécessaire pour descendre les voitures chargées, égal à celui qu'exige la remonte des voitures vides.

Les routes en fer ne sont nullement recouvertes de bandes de fer sur toute leur largeur, ainsi qu'on le suppose; elles ont seulement deux rouages en fer, angulaires ou à bandes saillantes, suivant le système adopté, et quelquefois quatre rouages, quand le commerce est très-actif.

La caisse des voitures est en fonte de fer, ainsi que les roues qui ont deux pieds et demi ou trois pieds au plus de diamètre; les essieux sont fixes, et, par conséquent, toujours parallèles.

Le peu de hauteur des roues diminue, il est vrai, le rapport de leur diamètre à celui des essieux et augmente le frottement; mais cet inconvénient est racheté par d'autres avantages : les voitures sont faciles à charger, à décharger et à enrayer, et le peu de hauteur empêche le balancement et prévient les accidens.

Lorsqu'on est forcé, dans le tracé, de franchir des monticules et d'établir des contrepentes, on tâche de rendre les escarpemens plus courts mais plus rapides, et on se sert de machines à vapeur ou de chutes d'eau pour monter les voitures chargées. Quelquefois le poids des voitures chargées qui descendent une forte pente est employé à faire remonter les voitures vides.

Les planches que nous donnons indiquent les différentes formes de rouages qui varient selon les localités et l'usage qu'on doit en faire : l'explication en est donnée dans le 2.ᵉ volume.

L'épaisseur et les autres dimensions des bandes en fonte, sont en général déterminées par le poids des voitures et la nature du sol; ces bandes doivent avoir plus de largeur et de hauteur, si le terrain est moins ferme et la charge plus forte. Il en est de même des supports des bandes qu'on proportionne au chargement.

Les routes en fer sont ou à bandes plates, avec rebords qui guident les roues, ou avec bandes saillantes, les roues portant alors des rebords ou gorges destinés à les maintenir et à les diriger.

Les bandes plates reposent mieux sur le sol et offrent plus de résistance; mais la roue ayant plus de jeu, frotte davantage contre les bords. Ces bandes d'ailleurs se trouvant presque au niveau du sol, se recouvrent de poussière et de boue, ce qui augmente la résistance; mais ce système n'exige pas la même perfection que

l'autre et coûte moins. Ces bandes qui ont, en général, 1^m 20^c de longueur, s'assemblent bout à bout, tantôt sur des madriers en bois ou en fer mis en travers et passant sous les joints, et tantôt sur des blocs de pierre.

Lorsqu'on fait usage du bois, les deux bandes jointives sont unies au bois par un gros clou ou une crosse à tête plate, et se terminent par un angle ou un demi-cercle, pour s'emboîter l'une dans l'autre. Le bois se trouvant exposé à la pluie et sur le chemin des chevaux, s'use rapidement; aussi on ne fait usage de cette méthode que pour des routes provisoires et de peu de durée, servant au transport des matériaux d'un grand ouvrage.

Les routes permanentes destinées à l'exploitation d'une mine, etc., s'exécutent avec plus de solidité : on fait en fonte les traverses, et on y pratique des mortaises où les crampons des bandes jointives viennent s'assembler ; des chevilles en bois et en fer fixent le tout; mais on a toujours soin de ménager un certain jeu pour prévenir les effets de la dilatation, des vibrations et des chocs, et prévenir la rupture des pièces.

Lorsque les bandes sont plus écartées, et que la pierre est abondante, on pose sous chaque joint un bloc en pierre avec trous dans le milieu, où l'on introduit des chevilles en bois et en fer, avec têtes plates. Les bandes parallèles sont alors indépendantes, isolées, et cependant solides.

Les bandes saillantes exigent plus d'épaisseur et de hauteur, plus de perfection dans les assemblages et en même-temps plus de dépenses; parce qu'étant étroites et élevées, les secousses sont plus fortes. Ces bandes sont de même portées sur des traverses en bois ou en fer, ou seulement sur des blocs de pierre.

L'expérience ayant fait voir qu'il est nécessaire de laisser un peu de jeu aux bandes, on ne leur donne, comme dans l'autre méthode, que douze décimètres de longueur; les effets de la dilatation et des vibrations sont alors peu sensibles, et le transport, la pose et le remplacement plus faciles.

On a l'usage de diviser le poids sur un grand nombre de chariots, et de réduire la charge de chacun à 2 ou 3 tonneaux, afin que des bandes des dimensions indiquées par la planche XVIII puissent résister. Si le poids de chaque voiture était plus grand, les routes devraient être plus solides, les bandes plus épaisses et les dépenses de construction beaucoup plus considérables, sans que la charge tirée par les chevaux fût différente, le frottement étant proportionnel au poids et non à la surface.

Quand la roue de devant arrive sur une bande, celle-ci cède en ce point et se soulève à l'autre extrémité; mais cet effet est peu sensible lorsque la charge est faible et le mouvement régulier et lent. Plus le poids serait lourd et la vîtesse grande, plus le dérangement deviendrait sensible et destructif. Le système en usage, déterminé par une multitude d'essais, est justifié par une longue expérience, et ne reçoit plus de modifications sensibles.

Lorsqu'on emploie une machine à vapeur mobile, portée sur un chariot pour tirer les voitures chargées et remplacer les chevaux, les bandes sont saillantes, plus épaisses et plus larges, et ont une forme déterminée par le calcul pour donner la plus grande résistance avec un même poids de fer. Les bandes d'une rive sont armées au-dehors de dents où s'engrènent celles d'une roue qui fait tourner la machine, ainsi que l'indiquent les planches XVI et XVII.

Les bandes s'assemblent entr'elles et sur des blocs de pierre, au moyen de patins dont les détails se voient

planche XVII. Le tout est maintenu par des chevilles en bois qui remplissent des trous ouverts dans les pierres, et par des clous qui fixent chaque patin au bloc. Ce patin est une pièce aussi ingénieuse qu'utile, et pour ainsi dire la clef de l'ouvrage.

Comme nous avons donné à la fin de ce 1.er volume des détails sur les routes en fer, et que ceux relatifs aux planches se trouvent dans le second, nous nous bornerons ici à examiner dans quelle partie de la France on pourrait introduire des routes semblables et des voitures à vapeur conduisant des chariots chargés.

On a pensé légérement que des machines à vapeur procuraient, dans toutes les localités, des économies considérables de main-d'œuvre, et plusieurs propriétaires de fabriques en ont fait établir sans se rendre compte des effets et des dépenses.

Une machine à vapeur est indispensable dans les manufactures importantes qui exigent une grande division de la force et une régularité, une continuité et une perfection de mouvement que ne donne jamais au même degré tout autre moteur. Mais pour le transport des matériaux, un cheval tire aussi bien qu'une machine; il peut aller plus loin et plus long-temps sans s'arrêter. Une voiture à vapeur doit être, de distance en distance, alimentée d'eau chaude, ce qui exige l'établissement de plusieurs chaudières et la dépense de feux continuels.

On évalue à 8 kil. par heure et par force de cheval, la dépense en combustibles, d'une machine à vapeur; la dépense par vingt-quatre heures est donc de 192 kil. Si le prix de 100 kil. de charbon est de 2 fr. 50 c., comme dans toutes les villes de France situées à 25 lieues des mines, la dépense par an, en comptant trois cents jours de travail et par force de cheval, sera donc de 57 tonneaux $\frac{6}{10}$ de charbon, et de 1440 fr., à raison

de 25 fr. le tonneau. Ajoutant 160 fr. pour la conduite, les réparations par cheval de la machine, la dépense sera de 1600 fr. par an et par force de cheval.

Mais un cheval ne travaille fortement et régulièrement que huit heures; il faudra donc trois chevaux pour donner dans l'année le même travail : d'après cela, partout où la nourriture et l'entretien d'un cheval coûteront moins de 533 fr., le prix du charbon étant de 25 fr. le tonneau, l'emploi des machines est plus cher.

Les voitures à vapeur ne sont employées en Angleterre que sur les mines de charbon, où le prix de ce combustible n'est que de 6 ou 8 fr. le tonneau, c'est-à-dire trois ou quatre fois moins cher que dans la localité que nous avons prise pour exemple.

L'application des voitures à vapeur ne pourrait être à plus forte raison profitable en France que dans le voisinage des fosses à charbon.

Il n'en est pas de même des routes en fer, qui présentent, dans un grand nombre de cas, des avantages incalculables, puisqu'il est facile, au moyen de ces chemins, de traîner avec un seul cheval, cinq, six et même huit tonneaux, au lieu d'un demi-tonneau, ou un tonneau, comme sur nos meilleures routes en cailloutis.

On conçoit que l'économie résultante de la perfection d'une route en fer, compense et au-delà la plus grande dépense partout où le fer est à bon marché et le roulage considérable, et surtout dans le voisinage des grandes exploitations et des fonderies où la matière première est à bas prix.

On a reconnu, en Angleterre, qu'une route en fer est presque toujours plus avantageuse qu'un canal; on donne à la route la direction qu'on desire, on la développe autour des obstacles, on la fait passer à peu de

frais d'une rive à l'autre d'une rivière. Aussi il n'est pas une mine en exploitation, pas un pont, une route en construction, où l'on ne fasse usage des chemins en fer, pour le transport des matériaux. Le bas prix de la fonte en Angleterre et l'usage général de ces routes diminuent les dépenses de leur emploi. En peu de jours, les bandes en fer sont relevées, transportées par canaux sur d'autres chantiers et mises en place à peu frais; ces routes se louent ou se vendent avec autant de facilité que les marchandises qui ont le plus de cours, et à un prix qui est coté dans le commerce.

Pour juger s'il y a profit à faire en France une route en fer, il faut calculer la dépense, et comparer l'intérêt du capital avec l'économie produite sur les transports. On évalue à 60 kil. le poids des bandes et traverses d'une route sur 1^{m} 20^{c} de longueur, ou à 50 kil. par mètre courant; le poids par 1000 mètres courans est donc 5000 kil. ou 50 tonneaux. Le prix du tonneau de la fonte des routes est, en Angleterre, de 120 fr., et 1000 mètres courans coûtent 6000 fr. En France, le prix étant, en général, de 300 fr. par tonneau, la dépense pour 1000 mètres sera de 15,000 francs, à quoi il faut ajouter les frais d'établissement qu'on évalue, en Angleterre, au double ou à 12,000 francs, par 1000 mètres, et qui pourraient être en France de 9000 au plus, en tout 24,000 francs par mille mètres courans.

Si la route était destinée au service des voitures à vapeur, la dépense serait moitié en sus, ou de 9000 francs en Angleterre, et de 18,000 francs en France; et en ajoutant les frais des terrassemens, l'emploi des pierres, l'achat du terrain, chaque kilomètre peut-être évalué, en Angleterre, à 18,000 francs, et à 30,000 francs en France.

Les dépenses étant ainsi déterminées, on évaluera les

économies à obtenir sur les transports, en consultant la table de la page 466 du premier volume, qui donne la quantité de tonneaux tirés par un cheval sur différentes espèces de routes en fer.

On ne doit pas perdre de vue toutefois qu'une route en fer, n'étant pas altérée par la pluie, le service est bien mieux assuré, que les matières transportées éprouvent moins de secousses, que les chargemens et déchargemens se font rapidement et avec économie, et que les frais d'entretien des roues des voitures sont peu considérables et presque nuls : tandis que sur les routes ordinaires, plus les transports sont multipliés, plus les routes se trouvent dégradées, et plus les frais augmentent.

Malheureusement, nous n'avons pas, en France, les mêmes facilités de mettre à profit les ressources de ce genre que l'art vient offrir. Les propriétés étant très-divisées et les moyens d'expropriation, même pour cause d'utilité publique, devenant de plus en plus impuissans, on éprouverait les plus grands obstacles à établir une route en fer d'une certaine étendue, pour l'exploitation d'une mine ou d'une manufacture particulière.

Espérons que des lois prévoyantes viendront seconder l'industrie, en faisant disparaître les difficultés qui naissent bien plus des oppositions d'intérêt particulier que de la nature du pays et de la cherté des matériaux. C'est par une législation sage et forte qu'on rompra les entraves dont se plaignent vainement les manufacturiers et les grands propriétaires qui se trouvent souvent dans l'impossibilité d'entreprendre les améliorations les plus évidemment utiles.

Les essais isolés qu'on vient de tenter à Saint-Étienne ont fait connaître toute l'étendue des vices de nos lois sur cette matière; il a fallu aux hardis manu-

facturiers à qui on doit la première entreprise d'une route en fer, plus de temps et d'efforts pour obtenir l'autorisation d'exécuter des travaux utiles qu'ils n'en mettront à les achever.

Diligences à vapeur.

On doit construire, de Manchester à Liverpool, une route en fer destinée aux transports des marchandises et des personnes par des voitures à vapeur. Cette communication traverse les contrées houillères où le charbon est partout abondant et au plus bas prix; ainsi, il n'est pas de comtés de la Grande-Bretagne plus convenables à de semblables établissemens. Cependant, les conditions à remplir, lorsqu'on fait usage de ces routes et de ces voitures, font penser qu'elles ne procureront pas tous les avantages qu'on s'en promet. Nous avons vu qu'il fallait éviter les pentes, diviser la charge et n'admettre qu'une vîtesse modérée, ou donner aux ornières en fer des dimensions très-fortes.

Les plus grands obstacles qui s'opposent à l'emploi des diligences à vapeur, paraissent être la perte de la vapeur et l'obligation de remplir la chaudière d'eau bouillante à des distances rapprochées. Plus la vîtesse est grande et plus la dépense de l'eau augmente; en sorte que l'accélération ne diminue ni le nombre des chaudières à monter entre les points de départ et d'arrivée, ni la dépense du combustible. L'expérience montrera, sans doute, que ce projet est plus curieux qu'utile.

Si cette entreprise présente des chances de perte dans les localités les plus favorables, on ne saurait l'admettre dans des circonstances opposées où la rapidité des pentes et la cherté du combustible et un passage peu fréquenté

rendraient les dépenses plus grandes et les produits plus faibles.

Nous avons donné, page 403 et suivantes, un extrait de la proposition faite de remplacer généralement les routes ordinaires et les canaux par des routes en fer, et les chevaux de voitures par des machines à vapeur, comme une preuve nouvelle de l'esprit entreprenant de la nation anglaise. On n'y arrive à des résultats éminemment utiles que par mille tentatives audacieuses, souvent infructueuses, mais nécessaires pour constater le maximum d'avantages que peut donner une amélioration quelconque. Ce n'est qu'en exécutant des projets de tout genre qu'on peut les comparer et reconnaître ceux qu'il faut généralement admettre. La route en fer, de Liverpool à Manchester, destinée aux diligences à vapeur, servira à prouver tous les documens relatifs aux exploitations de ce genre, et nous nous proposons de la visiter aussitôt que ce service sera monté.

Si on se bornait à établir de larges rouages en fer pour le passage des diligences conduites par des chevaux, on pourrait faire cinq lieues à l'heure et arriver plus sûrement et avec moins de fatigue que par les routes actuelles, quelque belles qu'elles soient.

Nouveau système de Chemins en fer.

M. Palmer a présenté un système nouveau de routes en fer, qui dispense d'ouvrir un chemin pour les chevaux et réduit beaucoup la dépense de ces constructions. La bande en fer où passe la roue ou poulie, dont l'axe porte de chaque côté une caisse égale, est élevée de trois pieds au moins au-dessus du sol et ne se trouve pas exposée à être recouverte d'ordures, comme dans les autres routes en fer. Nous avons vu à Londres, dans un hangar, un modèle de chemin

de cette espèce; il nous a paru que dans beaucoup de cas, cette invention remarquable devait être préférée. L'auteur a donné, page 443 et suivantes, tous les détails nécessaires à l'établissement de ce nouveau système. Il indique qu'on peut se servir avec avantage de bandes en bois, et réduire plus encore les frais de construction. Une semblable voie, construite dans les pays de montagnes, où les chemins sont impraticables, permettrait d'exploiter nos forêts à peu de frais, en jetant dans différentes directions des embranchemens semblables. On pourrait même faire usage de troncs d'arbres coupés, suivant une pente déterminée, pour asseoir solidement les lisses courantes, destinées au passage de poulie ou roues des caisses.

CONCLUSION.

L'ouvrage que je publie, imprimé en grande partie depuis long-temps, et souvent interrompu par des voyages ou des devoirs impérieux, n'est pas un Traité des Ponts et Chaussées, encore moins une description des travaux de la Grande-Bretagne, mais un recueil de documens relatifs à diverses améliorations proposées et destinées à convaincre de l'utilité des projets présentés, les personnes appelées à les juger.

En visitant l'Angleterre, l'Écosse et le pays de Galles, en 1816, 1822 et 1823, j'étais surpris de trouver une terre ingrate, couverte de belles récoltes, de troupeaux de race précieuse; de rencontrer à chaque mille de belles campagnes toujours habitées, et d'autant mieux cultivées que les propriétaires ont plus de fortune et d'illustration; j'ai vu tous les chemins vicinaux parfaitement entretenus, les hâvres changés en bassins à flot remplis de navires, les fleuves, les ruisseaux, transformés en

canaux commodes, des routes en fer jetées en tous sens, tous les courans d'eau, les torrens même employés à féconder les prairies ou à faire tourner des usines, et de toutes parts, de belles fermes d'exploitation ou des fabriques. J'ai cherché à reconnaître les causes de cette prospérité extraordinaire de plus en plus rapide.

En Angleterre, le propriétaire du sol possède le fond jusqu'au centre de la terre, plante, défriche, fouille à son gré, exploite sans contrôle les mines qu'il découvre, et se crée les fabriques, les machines et les routes qu'il juge utiles. Partout des associations de propriétaires encouragent, aident de leur fortune, de leur puissance, les inspirations, les écarts même du génie : une tentative infructueuse est une expérience utile, et le succès un triomphe national et une source féconde d'honneurs et de richesses; les lois sur la propriété la rendent plus précieuse; le maître d'un domaine, souverain dans ses limites, est attiré à la campagne par le charme de la nature, la protection de la loi, et le bien qu'il peut y faire; il y importe, des quatre parties du monde, les richesses des trois règnes, et protégé par les règlemens sur le braconnage, les clôtures, etc., il parvient à féconder et à enrichir la contrée par des améliorations que les institutions secondent et récompensent.

Je parcours, après une longue absence, les départemens du Jura, de l'Ain, de Saône-et-Loire, du Rhône, et les provinces intérieures du Royaume, je trouve les chemins vicinaux, les rivières, les fleuves dans l'ancien état de nature; on n'arrive d'une contrée à l'autre que par des directions forcées et difficiles. En s'écartant des grandes routes entretenues, on entre dans des espèces de déserts; on ne découvre plus que quelques traces des familles qui ont illustré ou enrichi la France; on n'apperçoit que les ruines de leurs demeures, ou des

débris de domaines qui passent sans cesse de main en main, ou s'exploitent par procuration au détriment du maître et de la contrée. J'ai traversé plusieurs fois, dans différens départemens, vingt lieues carrées, sans rencontrer un canal, une route, une manufacture, et surtout une terre habitée. La campagne semble un exil abandonné aux malheureux; ses intérêts et ses besoins sont méconnus, et sa détresse toujours croissante par le bas prix des produits et la difficulté des transports.

Cependant, la bonté du sol, la beauté du climat, le charme des sites, la variété des produits précieux, le nombre des améliorations à faire, tout semblerait convier les grands propriétaires et les capitalistes à venir féconder les départemens intérieurs; mais un obstacle puissant s'y oppose; une législation imparfaite sanctionne l'inertie, repousse les innovations, et se montre rarement protectrice de la propriété et des droits acquis. Les succès soulèvent toutes les rivalités et succombent bientôt sous leurs efforts.

Entrons dans la confidence des hommes éclairés qui habitent la campagne: ils nous diront que la loi ne leur concède pas le droit d'exploiter les mines de leurs terres, d'augmenter à leur gré le nombre de leurs forges, fonderies et usines, de défricher, de cultiver les bois comme d'autres plantes, de se réunir en associations, d'établir les ponts, les routes, les canaux indispensables à la prospérité de l'agriculture et du commerce, et surtout de disposer à leur gré de ce qu'ils ont créé. Les administrations de département, trop divisées dans leurs ramifications, trop indépendantes l'une de l'autre dans leurs attributions, sans force locale et centrale qui les mette en harmonie, se heurtent et retardent les améliorations à faire. Celles qu'on obtient dans quelques départemens sont dues, non aux institutions,

mais à l'influence particulière des préfets et des propriétaires qui, étant d'accord, triomphent par accident des obstacles.

C'est uniquement à la différence des institutions que nous attribuons la prospérité extraordinaire de l'agriculture et du commerce en Angleterre, et l'état d'abandon ou de langueur où restent nos campagnes.

Si on imposait à l'Angleterre la législation de l'un des états mal administrés du continent, sur la propriété, la liberté individuelle, les mines et les travaux publics, ce royaume, bientôt en proie aux plus affreuses révolutions, perdrait en peu d'années ses fabriques, son commerce, ses colonies et toute sa puissance. On verrait même la plupart des propriétaires, des capitalistes et des hommes éclairés qui en sont l'ornement et la gloire, fuir et chercher une autre patrie et de meilleures lois.

Transportons, dans la pensée, tous les Anglais de l'univers à la Nouvelle-Hollande, ou au Mexique, ou au Chili, mais seuls avec leurs lois et dépouillés de leurs cent colonies, de leurs mille vaisseaux, de leurs cent mille fabriques, et reportons dans les trois royaumes les habitans de ces colonies; rendons ceux-ci maîtres de ces immenses dépouilles : en peu d'années les Anglais, par la puissance de leurs institutions, feraient la conquête de leur terre natale, de leur puissance et de leurs richesses; la condition et l'avenir de chaque peuple étant comme forcés et déterminés par la législation.

Il ne manque à la France que quelques institutions réclamées par les hommes supérieurs de toutes les opinions; ce bienfait obtenu, sa prospérité deviendrait plus rapide et bientôt plus grande que celle de l'Angleterre; sa plus grande richesse serait aussi utile à ses voisins, que le séjour dans un village d'un homme riche et instruit, répandant l'aisance et le bonheur dans toutes les classes des cultivateurs.

La France ne manque ni d'hommes habiles, ni de capitaux, ni d'occasion de les employer, mais seulement d'une administration plus homogène, plus simple, plus puissante, plus rapide, qui encourage les associations, protège et honore les succès, et procure aux campagnes, aux villes, aux propriétaires, tout ce qui est nécessaire à leur félicité.

Si on pouvait attirer et fixer dans l'intérieur les hommes d'un rare mérite qui se trouvent comme entassés dans les grandes cités, on verrait s'opérer sur tous les points du royaume des améliorations importantes dues, dans quelques campagnes, aux propriétaires instruits qui les habitent.

Les principes d'une administration fécondante ne paraissent plus des problèmes à résoudre; ceux de Sully et de Turgot sont professés par les hommes appelés à les établir et deviennent des adages.

L'épigraphe que nous avons choisie renferme la substance et montre l'influence et les analogies des améliorations que nous avons proposées. Cette opinion que nous avons entendu développer, est aussi celle de tous les pairs de France, des membres de la chambre des Députés et autres personnes très-éclairées, avec lesquelles nous nous sommes entretenu de ces matières qui nous occupent depuis long-temps.

La France ne doit-elle pas tout attendre de son avenir, lorsque ses premiers dignitaires adoptent les théories les plus saines sur l'économie politique, se distinguent par une instruction profonde, recommandent l'emploi des nouvelles machines, et encouragent les progrès des arts et de l'agriculture, en fondant eux-mêmes des établissemens utiles?

Beaucoup de préfets et de conseils généraux font plus pour les pays confiés à leurs soins, que les com-

missaires et les chefs des comtés les plus riches de l'Angleterre : en quelques années, le seul département du Nord a voté plusieurs millions et tous les fonds nécessaires pour entreprendre les principaux canaux et chemins qui manquent encore à sa prospérité; et M. Becquey, directeur général des Ponts et Chaussées, s'est empressé de les encourager de son influence et de son autorité. Si leurs efforts réunis ne sont pas toujours assez puissans, l'obstacle est entièrement dans les lois qui prescrivent des formalités sans nombre et sans terme.

Mais admettons que toutes les améliorations d'un seul département soient achevées, les avantages en seraient restreints, si les ports, les canaux et les chemins établis et entretenus avec soin, n'avaient nul débouché dans l'intérieur, ou si les départemens voisins n'exécutaient pas des travaux analogues : ce n'est que par des mesures générales que la prospérité publique peut être fondée irrévocablement.

Nous donnons le tableau des travaux et des fonds votés dans le département du Nord, des ouvrages achevés, entrepris ou projetés, pour montrer tout ce que ce département obtiendra du concours des autorités et des associations, lorsque la législation des travaux publics sera perfectionnée. C'est alors seulement qu'on pourra réaliser l'ensemble des ouvrages votés par le pays, et soumissionnés par des compagnies.

Nota. Nous avons publié, dans le 1.er volume, les extraits d'ouvrages et les renseignemens recueillis en Angleterre sur le mode d'entretien des routes en cailloutis et en fer, sur la construction des barrages, des ponts suspendus; nous avons cherché à montrer la nécessité de réformer notre système de roulage, et les moyens de réparer nos routes vicinales. Nous donnerons, dans le 2.e, le texte des lois sur les routes, et de nouveaux détails sur la construction des routes et des ponts; et des explications plus détaillées des planches.

TABLEAU des Travaux extraordinaires du Nord,

INDICATION DES TRAVAUX.

NAVIGATION ET PORTS.

Travaux terminés ou à finir en 1824:

1816.	Achèvement du canal de Mons à Condé; construction d'écluses..	
1817.	Écluse et travaux sur l'Escaut	achevés.
1818.	Canal de la Sensée	idem..
	Écluses sur la Scarpe et l'Escaut, indemnités de terrains..	idem..
1818.	Canal de Bourbourg	idem..
1819.	Canal de la Basse-Colme et de Bergues	idem..
1821.	Port de Dunkerque	très-avancé.
1821.	Travaux de la Scarpe dans Douai	idem...
1822.	Construction d'écluses, de ponts, barrages, terrassemens sur le Haut et Bas-Escaut, etc.	très-avancée.
	Travaux des canaux, de routes, écluses et ports, exécutés par les wattringues pendant 12 ans	

Travaux présentés et votés par le Conseil général en 1822 et 1823:

Canal de la Deûle et de la Lys	soumissionné (1)
Canal de Roubaix	idem......
Canal de la Nieppe, de Préaven et d'Hazebrouck....	idem......
Canal de la Sambre, de la Selle, Grand-Elpe, et jonction de la Sambre avec l'Oise et l'Escaut	soumissionné..

Routes neuves votées en construction:

Route d'Avesnes à Trélon	terminée...
—— Chaussée Brunehaut	idem......
—— d'Armentières à Saint-Omer	adjugée....
—— de Douai, par Marchiennes et Saint-Amand..	en adjud^{on}.
—— de Lille à Douai, par Phalempin	projet rédigé.
Travaux d'entretien des ports, routes et canaux, depuis 1812......	

(1) Des compagnies exécutent les travaux à leurs frais et à leurs risques et périls.

TOTAUX............

achevés, entrepris ou projetés dans le département depuis 1816.

SOMMES PAYÉES PAR				TRAVAUX par CONCESSION.	SOMMES TOTALES.
l'État.	le département.	les wattringues.	les communes.		
»	»	»	»	400,000	400,000
»	»	»	»	180,000	180,000
»	»	»	»	1,750,000	} 2,310,000
560,000	»	»	»	»	
252,000	63,000	189,000	»	»	504,000
290,000	22,000	45,000	88,000	»	445,000
1,800,000	600,000	»	600,000	»	3,000,000
800,000	»	»	»	»	800,000
»	»	»	»	1,200,000	1,200,000
»	»	1,500,000	»	»	1,500,000
300,000	»	»	»	1,000,000	1,300,000
»	250,000	»	600,000	880,000	1,730,000
»	»	»	»	800,000	800,000
1,500,000	1,000,000	»	500,000	9,500,000	11,000,000
»	103,000	»	52,000	»	155,000
»	90,000	»	45,000	»	135,000
»	420,000	»	840,000	»	1,260,000
»	77,000	»	153,000	»	230,000
»	140,000	»	260,000	»	400,000
10,000,000	»	»	»	»	10,000,000
15,502,000	2,765,000	1,734,000	3,138,000	15,710,000	37,349,000

ESSAI

SUR LA CONSTRUCTION

DES

ROUES DE VOITURE,

SUIVI D'OBSERVATIONS RELATIVES A LA CONSTRUCTION DES ROUTES ET AU RÉGLEMENT DES DROITS DE BARRIÈRE.

PAR JOSEPH STORRS FRY.



LONDRES.

1820.

Depuis 1799, des hommes de mérite ayant donné plusieurs mémoires sur la forme des roues de voiture, l'auteur, par cette raison, n'aurait point publié son travail fait en 1799, s'il n'eut remarqué que des observations importantes qui se rattachent au même sujet, avaient échappé aux autres écrivains. Considérant d'ailleurs que tout membre de la société doit compte à la communauté de ce qui peut lui être utile, il s'est déterminé à soumettre ses pensées au public. Il espère que ceux qui achèveront la lecture de cet écrit, le jugeront avec impartialité et faveur.

L'auteur croit devoir prévenir qu'il a pris soin d'éviter toutes les expressions techniques et scientifiques qui fatiguent les personnes peu exercées sur ces matières: ou lorsqu'il a été forcé de s'en servir, il les a toujours expliquées par des périphrases.

On trouvera, sans doute, son style trop familier, mais il supportera ce reproche sans se plaindre, s'il obtient ce que tout écrivain doit surtout ambitionner, d'être entendu de ses lecteurs.

ESSAI
SUR LA CONSTRUCTION
DES
ROUES DE VOITURE, ETC.

CHAPITRE I.er

SOMMAIRE.

1. L'usage des roues pour diminuer le frottement. — 2. Les essieux polis et engraissés n'opposent qu'une faible résistance à vaincre par les chevaux. — 3. Principales causes de résistance dans le tirage des chevaux. — 4. Le frottement des essieux est très-grand dans quelques cas. — 5. Les roues agissent comme leviers pour surmonter les obstacles : démonstration de cette proposition. — 6. Les roues hautes sont avantageuses, mais seulement jusqu'à une certaine limite. — 7. Table des puissances égales aux résistances des roues, lorsqu'elles ont à surmonter des obstacles. — 8. La puissance est réellement employée à surmonter l'obstacle, ainsi qu'il est indiqué dans la table, nonobstant la vitesse que la voiture peut avoir acquise.

1. L'usage des roues pour diminuer le frottement est bien expliqué par mon ami Robert Anstice de Bridgewater ; il dit : « un rouleau tiré sur un plan, (ou route) éprouve sur sa base une quantité de frottement proportionnée

à la distance qu'il parcourt ; mais si on y adapte un essieu de six pouces de circonférence, et des roues de dix - huit pieds de diamètre , il est évident que lorsque le chariot avancera de dix-huit pieds , les roues auront fait une révolution entière. Il n'y a pas géométriquement de frottement entre la partie en contact de la roue et le plan ; mais un simple changement de surface de contact, opéré par l'ascension de la dernière ligne de contact , et la descente dans une direction perpendiculaire d'une nouvelle ligne. Le frottement est reporté sur la boîte tournant sur l'essieu. Comme la boîte fait exactement sa révolution , en même - tems que la circonférence extérieure de la roue , ce frottement se trouve réduit à la circonférence du cercle intérieur de la boîte, c'est-à-dire, à six pouces , si la boîte et l'essieu se conviennent parfaitement ; en conséquence la ligne de frottement est réduite dans la proportion de 1 à 36. On obtient en outre l'avantage de reporter le frottement sur de petites surfaces qu'il est facile de polir et de bien adapter l'une à l'autre ; et on peut adoucir et diminuer le frottement par addition d'huile ou de graisse.

Il est évident qu'il faut des forces bien différentes pour faire parcourir dix-huit pieds, ou même seize pieds , à un rouleau cheminant sur une route raboteuse , ou à un même poids porté par un essieu d'acier poli de six ou neuf

pouces de circonférence, roulant dans une boîte de cuivre unie et humectée constamment par de l'huile d'olive.

2. Dans le dernier cas, le frottement est tellement réduit, qu'on pourrait en faire abstraction. Il serait d'ailleurs difficile de l'évaluer exactement par des expériences; car il varie suivant l'état de chaque point d'une route, et selon que la température est humide ou sèche. Je ne pense pas que la centième partie de la force des chevaux soit employée à vaincre la résistance de ces métaux polis et imprégnés d'huile, roulant l'un sur l'autre. J'insiste beaucoup sur ce point, parce qu'il est important de connaître les causes de la résistance que les chevaux ont à vaincre; et je suis persuadé qu'on a beaucoup trop exagéré le frottement qui se fait sur les essieux. On a prétendu que les boîtes patentées pour les roues, produisent des effets extraordinaires. A la vérité on ne peut nier que le tirage des chevaux ne soit bien réduit par leur emploi. Le frottement est le moindre possible, lorsque les essieux sont d'acier poli, parfaitement cylindriques, et les boîtes en cuivre forées et ajustées avec une extrême précision, munies d'un réservoir d'huile d'olive.

3. Les autres $\frac{99}{100}$ restant de la force des chevaux sont employés à vaincre des résistances qui seraient insensibles si les roues étaient

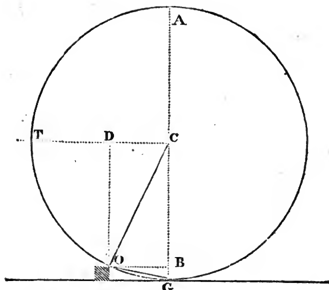
d'acier poli et parfaitement rondes, les routes unies comme une glace polie, et si l'atmosphère n'opposait pas de résistance. Les principaux obstacles à vaincre sont : le 1.er, les pentes des routes ; le 2.e, les inégalités de chaque portion de la surface plus ou moins raboteuse, (car les meilleures routes, loin d'être parfaitement unies, ne sont formées que d'une suite de bosses et de creux) ; le 3.e, la résistance occasionnée par la pression ou plutôt l'action des roues contre la surface de la route, résistance qui est plus ou moins forte, selon que la chaussée est plus ou moins molle ou dure, et plus ou moins humide ou sèche, et qui consomme une quantité étonnante de la force des chevaux. Des matériaux peu durs, boueux, friables, sablonneux, opposent aux roues une résistance continuelle et semblable à celle d'un obstacle à passer. J'ai fait l'expérience que mon cheval, attelé à un gig, était plus fatigué après avoir fait quelques milles sur le sable ferme des bords de la mer, où les roues n'entraient pas plus d'un demi-pouce, que lorsqu'il parcourait une distance triple sur une route solide.

Le 4.e obstacle à vaincre, est la résistance de l'air, qui est souvent très-grande, lorsque les voitures sont élevées, chargées dans le haut de voyageurs et de leurs bagages, et vont contre le vent. Une diligence faisant neuf milles par heure, marchant contre le vent d'une

vitesse semblable, éprouve une résistance égale à la puissance d'un vent de 18 milles à l'heure, agissant contre un corps semblable, mais en repos. Ainsi les voitures devraient être construites de manière à offrir au vent la plus faible résistance possible.

4. Je ne dois pas me borner à parler du frottement des essieux en termes généraux. J'ai avancé que lorsque les essieux sont d'acier poli, les boîtes en cuivre, et le tout engraissé d'huile d'olive sans mélange d'huile de colza, ou d'autre matière visqueuse et gélatineuse, le frottement de l'axe ne détruit pas la centième partie de la force employée par les chevaux ; mais lorsque les essieux sont faits en bois grossier et mal travaillés, barbouillés d'un mélange de poix et de bouse de vache, le 5.e, le 1/4, et même plus de la puissance peut être détruite, et ainsi en proportion du plus ou moins d'imperfection des essieux : de même selon que l'huile employée a plus de viscosité et de ténacité, le frottement sur les essieux est plus ou moins grand, ou en d'autres termes les roues tournent avec plus ou moins de difficulté.

5. On peut démontrer l'action des roues comme leviers, pour surmonter les obstacles par la figure suivante :



Ce cercle représente une roue de six pieds de diamètre. C étant le centre ; O un obstacle de trois pouces de haut ; G le sol ; T C la ligne de tirage ; le levier est représenté par les lignes C O et O G. C O est le bras de la puissance et O G celui de la résistance ; O est le point d'appui sur lequel le levier tourne. Pour assigner le rapport de la puissance à la résistance, nous réduirons les bras du levier aux perpendiculaires abaissées par les points d'appui sur leurs directions respectives ; ce qui donnera la ligne D O perpendiculaire à la ligne horizontale de la puissance, et la ligne O B perpendiculaire à la direction du poids qu'il faut soulever. Cela posé, la puissance horizontale T

qui tire, pour faire équilibre à un poids de 100 livres placé en B, est à ce poids en raison inverse du rapport de la longueur de la ligne D O à celle de la ligne O B. La longueur de la ligne D O est égale à la moitié du diamètre de la roue, moins la hauteur de l'obstacle, c'est-à-dire, est égale à 33 pouces. La ligne O B étant une moyenne proportionnelle entre la ligne A B, qui a 69 pouces de longueur et B G, qui en a 3, est de 14 p.ces 3875. (Euclide. B. VI.) D'après cela on aura la proportion suivante : 33 p.ds : 14 p.ces, 3875 : : 100 liv. : X = 43 liv., 589, c'est-à-dire un peu moins que 43 liv. et demie. Telle est la puissance ou le poids suspendu à une poulie tirant dans la direction T, qui est nécessaire pour faire équilibre à la résistance qu'oppose une pierre ou un obstacle de trois pouces de haut, à une roue de six pieds de haut et portant un poids de 100 livres.

Il est évident qu'à mesure que la roue s'élève sur la pierre, la ligne O D augmente et celle O B diminue de même ; conséquemment la résistance occasionnée par la pierre diminue pareillement jusqu'à ce que C arrive sur la verticale passant par O, et alors la résistance cesse entièrement.

6. On voit par ce qui précède qu'une roue est une machine qui agit comme un levier et dont l'avantage physique augmente avec son diamètre; mais dans la pratique, le diamètre,

en s'étendant au-delà de certaines limites, donne lieu à un inconvénient plus grand que l'avantage qu'il procure, savoir l'addition de son propre poids; par exemple pour faire des roues de voiture de 10 pieds de diamètre, il faudrait nécessairement donner aux raies, ou rayons, deux fois plus de longueur que pour une roue de 5 pieds, deux ou trois fois plus de force et en augmenter le nombre, en sorte que le poids de la roue se trouverait 4 fois ou 6 fois plus grand. Le moyeu devrait de même être plus lourd; l'essieu plus fort, les jantes et les bandes de fer plus épaisses. De telles roues avec leurs essieux feraient seules une lourde chasse. Pour fixer les idées sur le sujet et obtenir des estimations approximatives, j'ai calculé successivement les différens poids qu'il faudrait suspendre à une poulie pour faire équilibre à la résistance produite par un obstacle de trois pouces, et d'un pouce et demi, qu'une roue, de rayon variable, devrait surmonter, la roue étant supposée dans un état de repos.

7. Un obstacle de trois pouces de haut occasionnerait à des roues chargées de 100 livres les résistances suivantes :

Pour une roue :

de 6 p.^{ds}	o p.^{ces}, la résistance serait de	43	liv.	1/2
5	4	45	..	»
5	o	48		1/2
4	8	50		1/2
4	4	52		1/2

Pour une roue :

de 4 p.ds	0 p.ces, la résistance serait de		55 liv.	1/2
3	8		58	»
3	4		62	»
3	0		66	»
2	8		71	1/2
2	4		78	1/2
2	0		88	»

Si l'obstacle avait un pouce et demi de haut, les roues, toujours chargées de 100 livres, éprouveraient les résistances suivantes :

Pour une roue :

de 6 p.ds	0 p.ces, la résistance serait de		30 liv.	»
5	8		30	1/2
5	4		31	1/2
5	0		32	1/2
4	8		34	»
4	4		35	1/2
4	0		37	»
3	8		39	»
3	4		41	»
3	0		41	1/2
2	8		46	1/2
2	4		50	1/2
2	0		55	»

Voulant rendre ces résultats clairs, j'ai cru devoir omettre les fractions dans les calculs.

Les deux tableaux précédens montrent que le faible avantage obtenu en employant des roues de plus de 4 pieds 6 pouces de diamètre, est plus que compensé par l'inconvénient de l'augmentation de la dépense et de leur poids.

On voit par le dernier tableau que les chiffres qui représentent le désavantage de l'emploi des petites roues ne croissent pas aussi vîte que dans le premier.

Ces tableaux font encore connaître une circonstance remarquable, c'est que les roues du second tableau exigent exactement la même puissance que celles d'un diamètre double dans le premier, c'est-à-dire, que le diamètre des roues doit augmenter en même proportion que la hauteur de l'obstacle. On doit conclure de ce qui précède qu'il est nécessaire de faire nos roues aussi unies et dures que possible.

8. On pourrait faire quelques objections relativement à la quantité de force que j'ai jugée nécessaire pour élever une roue sur l'obstacle qu'elle rencontre, et dire que la voiture peut avoir acquis une assez grande vitesse pour passer sur l'obstacle. J'admets cette supposition, mais je fais observer que la voiture en montant sur l'obstacle perd exactement une quantité de mouvement égale à celle qui eut été nécessaire pour l'élever sur cet obstacle, si la roue était en repos, et que les chevaux doivent employer ensuite la même force supplémentaire soit pour conserver, soit pour regagner la vitesse première, qu'avait la voiture, avant de reprendre leur allure ordinaire.



CHAPITRE II.

SOMMAIRE.

1. Roues coniques également nuisibles et aux routes et aux chevaux. — 2. Les roues coniques s'usent plus vite que celles cylindriques. — 3. Les roues et les essieux cylindriques sont les meilleures ; imposées seulement aux 3/4 des péages ordinaires. — 4. Les roues élevées non-désavantageuses dans les montées. — 5. Les voitures à jantes larges extrêmement nuisibles aux routes. Têtes saillantes des clous des jantes. — 6. Les jantes larges moins avantageuses pour les diligences publiques que pour les voitures plus légères.

1. Je ne connais pas de préjugé plus fortement enraciné que celui établi en faveur des roues coniques dont les inconvéniens ont été en vain constatés dans beaucoup d'excellens ouvrages. Je chercherai à expliquer en peu de mots les principes de leur construction, et les effets de leur usage.

Les voitures étant destinées à cheminer en ligne droite, il faut que les roues aient aussi la tendance à suivre la ligne droite; il en est de même d'un rouleau de jardin; supposons

qu'un propriétaire voulut un rouleau conique de champ ou de jardin avec diamètre de six pouces de différence aux extrêmités, un charron s'étonnerait d'une telle demande.

Ce propriétaire n'est pas plus raisonnable lorsqu'il commande de larges roues coniques pour ses voitures. La ligne que suit naturellement un rouleau cylindrique est droite, et celle d'un rouleau conique est un cercle : si nous intervertissons cette marche naturelle en faisant parcourir un cercle par le cylindre, et une ligne droite par le cône ; il est évident qu'il faut employer constamment une force supplémentaire pour diriger ces corps par des routes forcées et vaincre une résistance et un frottement plus grands. Par exemple, un jardinier qui voudrait faire parcourir un cercle étroit à un rouleau cylindrique de jardin, ou conduire en ligne droite un rouleau conique ayant six pouces de plus de diamètre à une extrémité qu'à l'autre, éprouverait dans l'un et l'autre cas la même résistance et une grande fatigue : il en résulterait aussi que le rouleau dans les deux cas, agirait fortement contre le sol et enfoncerait ou déplacerait la terre et le gravier.

On sait que la machine la plus ingénieuse employée dans nos grandes manufactures pour réduire en poudre les matières les plus dures, n'est autre chose qu'un cylindre que l'on force

de décrire un cercle. Puisqu'un cylindre tournant en cercle est la meilleure machine que le génie de l'homme ait jusqu'ici inventé pour pulvériser les matières les plus dures, en opérant une très-forte compression sur la surface en contact du cylindre et du plan, et puisqu'un cône forcé de cheminer en ligne droite agit de la même manière, je pense que la proposition que je voulais établir est démontrée, et qu'un lourd chariot, avec roues à jantes larges et coniques, doit être considéré comme la machine la plus convenable et la plus parfaite que le génie de l'homme ait découvert dans l'état présent de la science, pour broyer et réduire en poudre les matériaux qui forment la chaussée de nos routes. (1)

2. Le frottement des roues contre la route use dans la même proportion et la route et la roue; ainsi les roues cylindriques fatiguent moins et doivent durer beaucoup plus longtems que les roues coniques.

3. Puisque les roues cylindriques sont les seules qui aient une tendance à cheminer en ligne droite, toutes les roues de voitures doivent être cylindriques. Par conséquent les ex-

(1) En lisant l'essai sur les roues des voitures publiques, que Richard Lowell Edgewerth a publié en 1813, je trouve la même comparaison pour montrer les effets des roues larges et coniques. Mais comme ce passage est tiré de mon manuscrit achevé depuis 20 ans, j'espère qu'on ne m'accusera pas de plagiat.

trémités des essieux ne doivent jamais être amincies ou coniques, ainsi qu'on les fait maintenant; il faut au contraire mettre les essieux sur le tour, les rendre parfaitement cylindres, comme les tourillons d'une roue de moulin, et faire de même bien cylindriques les boîtes qui entrent dans les roues.

On devrait laisser aux commissaires la faculté de n'imposer les roues ainsi exécutées qu'aux 3/4 des péages établis par l'acte de la 55.e année de Georges III.

4. On croit généralement que les roues hautes sont défavorables en montant. L'ingénieux auteur, déjà cité, a démontré que cette opinion est un préjugé; il dit: « Les roues en montant, quand la direction du tirage est parallèle à la pente, agissent toujours comme leviers; l'action du poids et la puissance augmentent dans la même proportion que les roues sont plus grandes; le rayon des roues n'a d'autre influence que de diminuer le frottement et de la même manière que si les roues étaient sur un plan horizontal, » L'auteur pense, il est vrai, que les roues hautes n'ont pas sur les roues basses un plus grand avantage physique dans les pentes ascendantes, que sur un sol de niveau; mais il établit qu'elles ont le même avantage.

5. Il a été démontré plus haut que les roues coniques de chariots à jantes larges produisent le même effet sur les matériaux des routes,

que les moulins destinés à écraser les drogues. La force employée à tirer ces roues coniques en ligne droite se décompose en deux ; la première partie, qui suffirait pour faire parcourir le cercle naturel déterminé par l'angle du cône, et la seconde partie, beaucoup plus grande, qui n'est pas seulement perdue, mais plutôt dépensée à réduire en poussière les matériaux des routes. Comme les chariots de roulage portent en été huit tonneaux ou seize milliers, les effets produits par ces meules à broyer, pesant chacun quatre mille, sont incalculables. La puissance perdue par le mauvais usage des roues coniques est si grande qu'on est obligé d'atteler à ces chariots dix chevaux les plus lourds et les plus forts, qui ne tirent cependant que 1600 livres chacun, tandis que les chevaux plus legers et plus faibles des diligences tirent un poids semblable avec une vitesse trois fois plus grande.

Je me trouve comme forcé de faire quelques remarques sur l'emploi des clous saillans aux jantes des roues, dans la crainte que mon silence ne soit considéré comme une approbation de cet usage. 1.° L'effet des roues à têtes de clous saillantes est de faire porter la charge sur un point. Les pierres en contact avec ces clous, fussent-elles solidement encastrées dans la chaussée, sont successivement écrasées, lorsque la charge des voitures est forte. 2.° Les

clous saillans augmentent le tirage et la fatigue des chevaux de la même manière que si des roues unies devaient cheminer sur une route où des aspérités en fer seraient fixées et également espacées. Il est certain que dans cette supposition, le charretier le plus inexpérimenté, conduisant une voiture à roues unies, s'efforcerait d'éviter les protubérances de fer, bien convaincu que ses chevaux auraient moins de fatigue en passant sur une autre partie de la route.

Les têtes saillantes des clous ne rendent point les roues plus solides. Si les bandes de fer des jantes étaient percées par des trous parfaitement semblables aux têtes des clous, et si ces têtes entraient exactement et entièrement dans leur épaisseur, comme dans un moule, les bandes ainsi fixées s'useraient comme les clous, sans cesser d'être solidement attachées; tandis que les clous saillans qui ne tiennent que par la tête sont en peu de tems ébranlés, usés ou cassés. Ainsi puisque les têtes saillantes des clous des jantes augmentent les dégradations des routes et la fatigue des chevaux, et ne contribuent point à la solidité des roues, je pense qu'elles doivent être défendues par acte du Parlement.

6. On remarque avec satisfaction que les améliorations et les avantages obtenus par les particuliers, tournent presque toujours au profit

du public. Je vois par exemple avec plaisir remplacer les chariots lourds et gothiques qui épouvantent les voyageurs et détruisent les routes, par des voitures légères et élégantes, tirées par quatre chevaux et conduits comme les diligences par un homme assis sur un siége. Les entrepreneurs ont découvert le secret que des chevaux attelés à ces voitures peuvent tirer presque le même poids que sur les chariots énormes et faire cinq ou six mille par heure; tandis que les autres chevaux deux fois plus lourds et plus chers, ne peuvent faire, avec la même charge, que deux milles par heure.

D'après ce qui précède, au lieu de favoriser l'emploi de ces lourds chariots, comme on le fait maintenant, par la réduction ou même l'exemption des péages, on devrait au contraire les assujettir à des droits si élevés que l'usage en fût bientôt perdu.



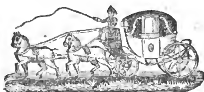
CHAPITRE III.

SOMMAIRE.

1. Nouvelles diligences ; mal conçues. Origine supposée de l'usage établi de s'asseoir sur le haut des voitures — 2. Mesures à prendre pour la sûreté des voyageurs — 3. Tous les voyageurs pourraient et devraient être mis à l'abri du mauvais-tems dans les diligences publiques. — 4. Réponses aux objections. Les traits des chevaux doivent être horizontaux. D'après la construction actuelle des diligences, les chevaux doivent tirer deux fois le poids sur chaque obstacle — 5. Centre de gravité de ces diligences, déterminé d'une manière simple.

1. Les nouvelles diligences où l'on remarque un si grand étalage de peinture et de vernis, n'ont pas encore reçu les améliorations que la science et le bon sens indiquent, et qu'on s'est empressé de faire à une foule de choses moins importantes.

J'ai souvent demandé qui avait pu donner naissance à l'usage de placer des voyageurs dans le haut, sur la tête les uns des autres. Voici l'explication qu'on m'en a donnée. Autrefois le dessus des diligences était très convexe., forme que dûrent naturellement adopter les premiers constructeurs pour écarter les eaux; cette forme était celle de toutes les voitures dans le milieu du dernier siècle.



La forme et le bombement du haut n'eurent sans doute pas d'autre but et d'autre usage pendant le 1.er siècle après leur invention. Les premiers constructeurs étaient sans doute aussi éloignés de s'imaginer qu'on se placerait sur l'impériale, que nous le sommes nous mêmes qu'on pourrait s'asseoir sur le haut des chaises à porteur. L'un est aussi raisonnable ou aussi absurde que l'autre.

Je pense que l'origine de cet usage peut être ainsi expliqué : un pauvre voyageur à pied demande une place dans une diligence, au cocher qui lui répond qu'elle est toute pleine; le voyageur propose et obtient de monter sur l'impériale, où il se tient comme il peut, et paye de quelques schellings la complaisance du cocher.

Celui-ci, plus tard, en met deux et quelquefois un plus grand nombre ; et augmente d'autant ses profits. Le maître informé de la conduite de son cocher et voulant recevoir lui-même l'argent qu'il s'alloue, fit disposer le devant, le derrière et le dessus de la voiture pour y recevoir un grand nombre de voyageurs et leurs bagages. Ces modifications que le hasard et l'intérêt ont fait découvrir, ont été, depuis, généralement adoptées, même régularisées et sanctionnées. Un acte du parlement autorise de placer au dehors des diligences douze personnes indépendamment du cocher et des bagages des voitures, fixés à 1/2 tonneau. Une telle législation établit un usage contraire à la saine physique et au bon sens, expose la vie de tous les voyageurs placés soit au-dedans soit au-dehors de ces nouvelles voitures, et semble accuser la sagesse du parlement et le bon sens de la nation.

2. Je souhaiterais que le chargement des diligences fut réglé par un acte très-court et rédigé en deux articles comme les suivans :

Premièrement : Il est défendu à tout voyageur, à l'exception du cocher et d'une personne à côté de lui, de s'asseoir sur un siége de diligence, ou sur les bagages, ou toute autre chose qui se trouverait à plus de cinq pieds de terre.

Secondement : Le dessus des diligences, les bagages, ou toute pièce de la voiture ou char-

gement, et les voyageurs ne pourront être élevés au-dessus de 8 pieds 4 pouces du sol, à l'exception du cocher et d'une personne à côté de lui.

3. Ces deux articles suffiraient pour garantir le public des dangers auxquels on l'expose, et laisseraient encore un vaste champ aux constructeurs de voitures. Si l'on juge nécessaire de conduire un grand nombre de voyageurs sur une même voiture, qui empêche d'établir une longue caisse, ou plusieurs à la suite les unes des autres, de les diviser par compartimens destinés aux différentes classes de voyageurs, et de mettre tous les effets dans l'une de ces divisions?

Tout voyageur par voiture publique doit-être garanti du mauvais tems. Il n'est pas douteux que si on place un pauvre homme mal vêtu sur le haut de ces voitures, si on l'expose pendant des nuits d'hiver au froid et à la neige, on ne le conduise à la mort. On doit veiller à la conservation du pauvre comme à celle du riche, et les garantir également dans les diligences, des injures du tems. Nous observerons de nouveau que le système de construction de nos diligences est contraire aux lois de la physique et à l'humanité; qu'il est en tout point barbare et indigne d'un pays aussi éclairé que l'Angleterre (1).

(1) Les journaux nous ont fait connaître que le 25

On objectera qu'en allongeant les voitures et en baissant la charge, les chevaux éprouveront plus de peine et de fatigue. Il est difficile de satisfaire et de convaincre de tels contradicteurs. Il faut les ranger dans la classe des hommes d'expérience, de ces praticiens et routiniers entièrement étrangers aux principes de la physique. Ils sont convaincus que plus les roues de derrière sont rapprochées des roues de devant, et plus les voitures sont roulantes. Ils les comparent à ces petits écoliers qui fuient avec d'autant plus de vitesse qu'ils sont poursuivis de plus près par de plus grands, dans la crainte d'être atteints. Il en est de même de ces autres préjugés que les chevaux attelés le plus près possible des voitures ont moins de fatigue, et que les voitures chargées par le haut roulent plus facilement que celles chargées par le bas. Toutes ces erreurs ont été complètement réfutées par les expériences de Richard, Lowell, Edgewerth. (Voyez leurs ouvrages.)

Il est vrai que lorsque les traits des premiers chevaux attelés à un chariot sont inclinés, les

---

février 1812, trois personnes placées sur l'impériale de la diligence de Bristol en voyageant par une nuit froide et humide, ont été trouvé mortes. On ne peut dire qu'on gagne du tems et de l'argent en exposant des femmes et des hommes faibles sur le haut des voitures à l'action de la pluie, de la neige et du froid, et à tous les accidens des chûtes. (Edgewerth.)

points d'attache aux palonniers se trouvant plus bas que ceux du collier, ils ont le pied plus ferme que les autres, mais dans ce cas ils lèvent une partie du poids, et ce qu'ils lèvent ils le portent sur le cou, ou sur les épaules.

J'ai été témoin du fait suivant : Un charretier ne pouvant faire monter la rampe d'un pont par son cheval, un spectateur lui persuada, non sans beaucoup de peine, de le monter ; dès qu'il fut dessus, le cheval tira la voiture sans difficulté. J'ai moi-même souvent observé qu'en montant une pente rapide en chaise de poste, le maillet qui porte à dos une partie de la charge, a le pied plus ferme et gravit plus aisément que les autres chevaux. Cependant personne ne voudra mettre une charge sur le cou d'un cheval pour qu'il ait plus de stabilité et le pied plus ferme. Beaucoup d'autres effets de cette espèce qui ont lieu lorsque les chevaux tirent en montant, sont de même produits par l'influence du poids qu'ils sont obligés de porter sur le cou, ou sur les épaules et par conséquent sur les pieds de devant. Nous concluons de ce qui précède que les traits des chevaux d'attelage doivent toujours avoir une direction horizontale afin d'éviter la décomposition de la force et la fatigue des chevaux.

Lorsque les traits sont horizontaux, peu importe qu'ils aient six pieds ou douze pieds de longueur ; de même lorsque les routes sont par-

faitement planes, fermes et unies, il est indifférent que les essieux des roues de devant et de derrière soient à une distance de six pieds ou de dix; les effets ; et sur les chevaux et sur les voyageurs, sont les mêmes. Mais il est bien constant que la construction de nos diligences actuelles augmente la fatigue des chevaux ; je veux parler de celles montées sur quatre roues, avec essieux très-rapprochés, et chargées comme celle qui est représentée en tête de ce chapitre. Supposons une diligence semblable cheminant sur une très-belle route, chaque roue portant une égale portion du poids ; tout-à-coup les roues de devant tombent dans un cassis, ou une flache, de six pouces de profondeur qu'il faut traverser ; aussitôt une grande portion du poids qui portait sur les roues de derrière est rejetée sur celles de devant, ce qui rend le tirage des chevaux très-pénible. A peine les roues de devant sont elles, par un grand effort, sorties de ce cassis, et le poids également réparti sur les quatre roues, qu'un moment après les roues de derrière tombent dans le même cassis; alors une partie du poids porté par les roues de devant est rejetée sur les roues de derrière. Il en résulte que les chevaux ont de la peine à tirer. Cette portion de charge rejeté successivement et sur les roues de derrière et sur celles de devant cause un double travail à l'attelage, c'est-à-dire que les chevaux en tra-

versant les cassis, ou flaches, ont deux fois à soulever le même poids qui se reporte tour-à-tour des roues de devant sur les roues de derrière, et sont exposés à ce même surcroît de travail au passage de chaque flache. Le changement de position de la diligence est très-incommode pour les voyageurs placés sur le haut, qui sont dans un état continuel de vacillation, non seulement de côté, mais de l'avant à l'arrière, et chacun de ces mouvemens produit l'effet que nous avons décrit plus haut, et qui est d'autant plus grand que la base de la voiture est plus petite et la colonne plus haute, et en proportion surtout que la charge est plus élevée.

Les constructeurs et propriétaires de voitures diront sûrement que ces remarques sont purement théoriques et ne doivent pas être admises en pratique. Mais tous les hommes qui ont quelques notions de mathématiques et de physique, conviendront de leur évidence et assureront avec nous que la forme actuelle de nos voitures augmente la fatigue des chevaux ; qu'on doit, pour corriger leurs vices de construction, en étendre la longueur et réduire la hauteur de la charge, ou en d'autres termes, éloigner les essieux ou les roues et baisser la charge.

5. Comme je n'ai eu pour objet que de présenter un petit nombre de remarques courtes

et intelligibles, je crois qu'il serait hors du sujet d'entrer dans de longues dissertations sur le centre de gravité. Tout homme de bon sens sait qu'un chariot chargé d'une tonne de plomb dans le bas et d'une tonne de foin par dessus, est moins exposé à verser que si le foin était dessous et la tonne de plomb par dessus. Cependant. ce dernier arrangement est celui adopté pour nos diligences, dont les roues, les trains, le coffre de la voiture sont légers; on ne met que quatre ou six personnes dans l'intérieur, et on place sur leurs têtes, douze ou seize personnes; et non seulement l'impériale est chargée d'un tonneau de bagages, mais souvent des voyageurs sont encore assis dessus.

Je souhaite qu'on m'excuse d'être entré dans tant de détails sur le système déraisonnable et absurde de nos diligences publiques, système qui appelle hautement la sage et judicieuse intervention du parlement.

CHAPITRE IV.

SOMMAIRE.

1. Nouveau principe à suivre dans la construction des voitures ; la division de la charge en plusieurs points par l'emploi d'un plus grand nombre de roues ; diminution de l'effort du cheval et de la dégradation des routes. — 2. Chaque roue presserait la route avec une plus faible charge. Il faut moins de force pour tirer au-dessus d'un obstacle plusieurs roues de suite qu'une seule portant le poids total. — 3, 4, 5. Explication de cette théorie. — 6. La largeur des jantes n'empêche point la destruction produite par la pression. Roues à jantes larges sur les pavés. — 7. Le principe d'une légère pression peut s'accorder avec les besoins et les usages du public. — 8. Voitures légères à un seul cheval, conseillées. — 9. Voitures à six et à huit roues, recommandées. Lieux où elles furent en usage pendant long-tems, et particulièrement favorables aux voyageurs. — 10. Défaut de leur construction. — 11. Charge énorme tirée par quatre chevaux.

1. On peut appliquer à ce sujet un principe que je crois d'une grande importance et qui me paraît n'avoir pas été établi. On peut l'appeler la division du poids ou de la puissance par laquelle un chariot écrase les matériaux des routes et qui résiste à l'action des chevaux attelés.

Un homme peut facilement briser sur ses genoux un bâton d'un pouce de diamètre ;

mais s'il en lie dix ensemble, il ne parviendra pas en dix fois, et même en mille fois, à les casser, quoique ces mille efforts successifs eussent suffi pour en briser mille l'un après l'autre. De même une pierre de certaine grosseur et dureté, qu'un homme fort peut, avec un lourd marteau, briser d'un seul coup; résistera aux coups de marteau dix fois plus faibles d'un enfant qui pourrait frapper mille coups sans produire le même effet que le premier; et cependant il aurait dépensé cent fois plus de force. Il en est ainsi de la pression des roues sur les matériaux des routes. Si une roue portant deux tonneaux, ou 4000 livres, passe sur une pierre roulante, de la grosseur du poing, placée sur une chaussée ferme, cette pierre sera réduite en poudre; mais si on partage ce poids sur 40 brouettes, leur passage sur cette même pierre n'aura probablement d'autre résultat que d'en arrondir les angles. Il est même à présumer que 500 de ces brouettes, ou 50 milliers, ne briseraient pas aussi complètement cette pierre qu'une seule roue de gros chariot. De même 500 cabriolets ou voitures à un cheval, du poids de 400 livres chaque, ou en tout de 100 tonneaux, ne pourraient pas aussi complètement broyer une pierre, qu'une seule roue de chariot très-chargé.

2. Puisque les effets destructeurs de la pression croissent géométriquement en raison du

poids, on devrait donc s'exercer à construire des voitures dont chaque roue pesât le moins possible, en s'astreignant toutefois aux conditions que prescrivent les besoins et les usages publics.

On doit aussi prendre en considération un axiome admis en mathématiques, que la réaction est égale à l'action. Si je tire un coup de fusil, la culasse est repoussée contre moi avec une force égale à celle qui chasse la charge. De même, lorsque la roue d'un lourd chariot écrase une pierre, la puissance inutilement employée par les chevaux pour produire cet effet, est parfaitement égale à la force d'attraction des molécules qu'il a fallu vaincre pour briser la pierre. En divisant le poids de deux tonneaux d'une forte roue sur huit roues portant chacune 500 livres, les chevaux les feraient passer l'une après l'autre sur la pierre avec une dépense de force peut-être dix fois moindre que celle nécessaire pour la broyer.

3. J'ajouterai à l'appui de cette théorie quelques preuves tirées de ma propre expérience. Presque tous les brasseurs de Bristol se servaient, il y a quelques années, de chariots à deux roues, tirés par un seul cheval et chargés de quatre barils. L'un de mes amis, convaincu par mes observations, fit faire un chariot à quatre roues du poids total de 800 livres. Les roues de derrière avaient trois pieds de haut, et celles de devant, deux pieds quatre pouces.

Les brancards de huit pieds de long servaient à placer trois barils de chaque côté, ou en tout six barils de 400 livres chaque. Ainsi le poids total de la voiture et des barils était de 3200 livres, et un seul cheval la conduisait facilement. Quoique les gens d'expérience et de routine, employés par mon ami, eussent déclaré que jamais cette voiture ne produirait l'effet qu'on s'en était promis, ce modèle fut en peu de tems imité par les autres brasseurs ; et même on a jugé la forme si avantageuse et si convenable, que maintenant on en rencontre beaucoup plus de semblables dans les rues de Bristol que de toute autre forme. Je me suis de même assuré par un grand nombre d'expériences que trois chevaux tirent avec plus de facilité, en bon chemin, six milliers, sur une voiture à quatre roues, bien construite, que sur une voiture à deux roues Je suis convaincu que ce fait ne peut être expliqué que par le principe que j'ai établi plus haut. Comme la diminution de la force à employer par les chevaux vient de la diminution de la pression sur les routes, il s'ensuit que la fatigue des chevaux et des routes, et par conséquent la dégradation de celles-ci, se trouvent réduites dans un même rapport.

4. Dans la crainte que le principe que je désire établir ne soit pas bien entendu, je tâcherai de l'expliquer de nouveau le plus clai-

rement possible. Je suppose que le chariot à deux roues, ci-dessus mentionné, pèse 1000 l., et les quatre barils de bière 1600 liv.; ensemble 2600 livres; chaque roue pesera donc sur le sol 1300 livres, charge que le cheval devra tirer d'un seul effort sur chaque obstacle qui se présentera sous la roue. Pour la petite voiture à quatre roues, le cheval n'aura à vaincre pour chaque roue et sur chaque obstacle, qu'une résistance déterminée seulement par une charge de 800 livres à la fois; et il est bien constaté par une longue pratique, qu'il tirera successivement deux fois le même poids sur chaque flache, c'est-à-dire, une fois la roue de devant et une fois la roue de derrière, avec bien moins de fatigue qu'il ne pourrait conduire 1300 livres une seule fois sur la même flache ou obstruction.

5. Les brasseurs de Londres trouveraient le même avantage en faisant le même changement. Ils mettent sur leurs haquets à deux roues, pesant 1700 liv., trois pièces de porter de 1200 chacune, ou 3,600; ce qui fait pour le tout 5,300 livres. La charge que chacun des deux chevaux doit tirer et faire passer sur chaque obstacle est donc de 2,650 livres. Une voiture à quatre roues destinée à porter quatre pièces de porter, ne doit pas peser au-delà de 1700 livres, et avec les quatre pièces 6,500 livres. Les chevaux n'auraient donc à tirer que

1265 livres sur chaque obstacle à la fois. Les brasseurs trouveraient que leurs chevaux conduiraient avec plus de facilité quatre pièces sur une voiture à quatre roues très-bien faite, que trois sur un baquet.

Il faut observer que dans les baquets actuels, chaque roue porte moitié du poids total de la charrette et en outre une pièce et demie de porter, tandis que dans les voitures à quatre roues, chaque roue ne doit porter que le quart du poids de la voiture et celui d'une pièce seulement. Ainsi dans la construction des voitures à quatre roues, les essieux, les roues et les brancards, doivent être proportionnellement plus légers. En donnant quatre pieds aux roues de derrière et trois aux roues de devant, le pavé des rues et le gravier des routes seraient dix fois moins fatigués et usés par quatre roues chargées de 1625 livres, (la route fut-elle large ou étroite) que par deux roues chacune de 2,650 livres. La destruction des routes n'est produite qu'en raison de l'intensité de la pression.

6. On pourrait croire qu'une roue de six pouces de large portant deux milliers, ne pèse pas plus sur chaque point qu'une roue de trois pouces portant un millier. Cette supposition ne peut être vraie que dans le cas où la route serait parfaitement unie et les roues exactement cylindriques. On peut faire

les roues cylindriques, mais il est impossible de rendre les routes parfaitement planes. Ainsi une roue, quoique très-cylindrique, ne touchera jamais sur la route avec toute la largeur de la jante, mais elle portera plus pesamment sur un côté ou sur un point intermédiaire ; d'où il suit que le principe ainsi énoncé que la pression est la même si on augmente dans le même rapport la surface et le poids, est vrai en théorie, mais faux en pratique. Car si on veut l'appliquer, par exemple, à la pression des roues sur les routes, et à la puissance des chevaux attelés, ce principe est contredit par l'expérience. En effet, une roue de six pouces peut passer sur une pierre isolée de deux pouces de côté, comme une roue de trois pouces de largeur ; l'effet sera précisément le même que si cette première roue n'eut eu que trois pouces de largeur. D'après cela l'adoption de ce principe erroné, qu'on peut augmenter la charge en augmentant les jantes, serait deux fois funeste ou nuisible et aux routes et aux chevaux.

1.° L'inconvénient produit par l'accroissement du poids a été démontré au commencement de ce chapitre.

2.° L'augmentation de la largeur des roues occasionnerait la destruction des matériaux des routes.

Cette théorie envisagée sous un autre point de vue est de même fausse dans ses applica-

tions aux routes. Nous ne pouvons pas considérer les routes comme un corps de rocher solide, mais plutôt comme une masse de matières très-peu agglomérées, et dans beaucoup de cas, sans adhésion entr'elles. Ainsi un grand poids qui passe sur ces matières désunies a une tendance à écarter les pierres, soit que la roue ait six pouces ou seize pouces de largeur. D'après ces considérations, *je suis convaincu* que le seul but principal à se proposer pour soulager les routes et les chevaux, c'est de réduire la pression ; et que toute confiance établie sur la largeur des roues comme moyen de diminuer les effets destructeurs de la pression, est entièrement trompeuse et funeste.

Ces remarques montrent qu'il faut exécuter les roues avec la plus grande perfection, c'est-à-dire les rendre parfaitement cylindriques et verticales. Quant au présent système de roues larges, je le considère comme faux et nuisible : je prétends qu'une roue de neuf pouces ne porte pas sur le sol avec plus de trois pouces, une fois sur cent ; c'est-à-dire que si on place un chariot sur un pavé, la partie des roues en contact n'excédera pas trois pouces. Il est vrai que lorsque nous suivons un tel chariot sur les routes de gravier, nous remarquons souvent une trace de neuf pouces de large. Cependant ces roues ont des jantes arrondies ;

les routes elles-mêmes sont bombées ; il est donc impossible que les roues puissent être en contact sur neuf pouces, autrement qu'en comprimant le sol et en s'y imprimant : mais cette trace n'est pas une simple impression sur la poussière ou la boue de la route, c'est un enfoncement dans la chaussée, ainsi que nous l'avons fait voir, c'est-à-dire, une dislocation du corps de la route elle-même.

J'ai appelé un pareil système faux et destructeur ; c'est même le plus mauvais qu'on puisse imaginer. J'ai vu des administrations de routes à péage faire gratuitement la remise de la moitié des droits aux chariots à larges jantes, au détriment des intérêts du pays, et en opposition aux actes du parlement qui fixent les droits.

Les remarques précédentes sont également applicables aux rues de Londres. Il serait ridicule de prétendre, qu'il pût résulter quelque avantage de l'usage des roues à jantes larges sur les pavés qui sont ronds sur leur surface supérieure. Lorsqu'un haquet de brasseur, à roues de six pouces de large, passe sur l'une de ces pierres, le choc est celui de deux corps convexes qui ne peuvent se toucher que sur quelques points. J'aurais même pu les comparer à deux corps sphériques, car c'est presque la forme que doivent avoir les roues coniques faites d'après les lois, et c'est aussi celle des pavés : conséquemment la surface en contact en tout tems, est très-petite et semblable

à celle de deux œufs qui se touchent dans un panier.

7. Si on admet, comme un principe d'une haute importance pour la conservation de nos routes, que mille tonneaux de marchandises de toute nature qui parcourent constamment nos routes, doivent être divisés sur le plus grand nombre de roues possible, il restera à considérer jusqu'à quelle limite on pourra l'étendre pour concilier en même tems les convenances du public, et de quelle manière on le mettra en pratique.

8. Deux moyens se présentent dont on peut également faire usage; 1.° de légers chariots à un seul cheval; 2.° des voitures à six ou huit roues.

Les voitures à un cheval rempliraient parfaitement le but, et la force des chevaux y serait plus utilement employée que dans les voitures actuelles. Un cheval ordinaire attelé à une voiture à quatre roues du poids de 800 livres, avec charge de 1600 livres, pourrait traverser toute l'Angleterre; il ne tirerait précisément que le même poids net que chacun des dix chevaux attelés à nos lourds fourgons, et les routes n'auraient jamais à supporter pour chaque roue un poids excédent 600 livres. La seule objection qu'on puisse faire à ce système, c'est qu'il faudrait un homme pour chaque voiture; mais s'il était adopté, les routes dureraient non seulement dix fois, mais cent fois

plus que maintenant. Des voitures ainsi construites ne devraient être assujetties qu'au plus faible péage possible.

9. L'autre moyen est l'emploi de voitures à six ou huit roues. Plusieurs diligences, il y a vingt ans, furent ainsi construites (1). Deux diligences à huit roues firent le service pendant plusieurs années entre Bath et Bristol. Elles étaient faites de manière que chaque roue ne portait que le huitième du poids, et ne prenait qu'une portion de l'excédant de la charge à flache de la route. Il en résultait que lorsqu'une roue passait sur une pierre de deux pouces de haut, le milieu de la voiture s'élevait seulement de la huitième partie de deux pouces ou d'un quart de pouce. Ces voitures étaient peut-être de toutes celles connues les moins fatigantes pour les voyageurs.

10. Elles avaient cependant un défaut dans leur construction ; les deux essieux de derrière étant fixes, lorsque la diligence s'écartait de la ligne droite, le dernier suivait obliquement. Quant aux détails de construction des diligences à six roues je n'ai pu me les procurer.

---

(1) Il ne paraît pas que ces voitures aient été construites d'après un principe philosophique, mais seulement comme un caprice du jour. R. L. Edgewerth faisant allusion à l'existence de ces voitures à 6 et 8 roues dit : « On a construit des voitures à 6 et 8 roues, mais il est difficile de comprendre d'après quels principes. »

L'objet important à considérer dans la combinaison des pièces d'une voiture à plus de deux essieux, c'est de les disposer de telle sorte que lorsque la voiture décrit un cercle, le prolongement des essieux se rencontre au centre de ce cercle; dans ce cas chaque essieu suit un mouvement régulier, symétrique, et ne va pas de côté.

11. Le cocher qui a constamment mené l'une de ces diligences à huit roues de Bath à Bristol existe encore et demeure dans cette dernière ville. J'ai su par lui que cette diligence portait 14 personnes dedans, et 16 au dehors, indépendamment des bagages. Quoique le poids fût énorme, les routes bien plus mauvaises que maintenant, et les quatre chevaux assez médiocres, il ne mettait que deux heures pour parcourir la distance de douze milles qui séparent ces deux villes.

On m'a dit que ces voitures avaient interrompu le service, parce qu'ayant fixé les places à un prix très-bas, elles furent souvent remplies de misérables, ce qui en dégoûta les voyageurs respectables qui seuls pouvaient journellement s'en servir et faire prospérer cet établissement. Cet exemple toutefois n'est point défavorable à ce système de machines; au contraire tous les renseignemens que j'ai recueillis tendent à confirmer la théorie que j'ai essayé d'établir.

CHAPITRE V.

SOMMAIRE.

1. Le frottement n'augmente pas comme les surfaces en contact. Preuve. Conséquemment n'augmente pas comme le nombre des essieux. Expérience de l'auteur — 2. Expériences faites sur beaucoup de roues — 3. Moyen proposé pour remédier au défaut de construction des anciennes voitures à six et huit roues. Explication par des figures — 4. Causes qui ont fait cesser l'emploi des voitures à six et huit roues — 5. Moyen de remédier à ces causes — 6. Voitures patentées de Matthews.

1. C'est peut-être ici le cas de discuter une objection que j'ai souvent entendu faire contre les voitures à quatre roues. On prétend qu'ayant deux essieux, le frottement est proportionnellement plus grand que dans les charrettes à deux roues. Il suivrait de là que le frottement doit augmenter comme les surfaces en contact, abstraction faite des poids. Nous prendrons un exemple pour juger cette hypothèse. Si on place une brique ordinaire de 9 pouces de long, de 4 pouces 1/2 de large, et de 2 pouces 1/2 d'épaisseur, sur une table unie, et si on attache au centre de gravité de la brique, parallèlement à la table, une corde posée sur une poulie et portant à son extrémité un bassin où l'on mettra des poids, d'après l'hypothèse, on doit trouver que le poids nécessaire pour

la faire glisser sur son épaisseur n'est que moitié de celui employé pour la faire glisser sur sa plus grande face, parce que la première superficie n'est que moitié de la seconde. De même le plus petit côté de la brique, qui est le quart du plus grand, devrait céder à un poids quatre fois plus petit que le dernier. Mais au lieu de ces résultats, on trouve que le poids qui entraîne la brique placée sur chacune de ses faces, est à-peu-près le même dans chacune de ces expériences, pourvu que la brique soit semblable, sur toutes ses faces, ou ne présente pas plus de points raboteux sur un côté que sur l'autre. D'après cela on doit conclure de cette expérience que le frottement, sur un nombre quelconque de roues et d'essieux portant le même poids, est absolument le même.

J'ai un léger chariot qui pèse 1700 livres, dont les essieux sont tournés, et les boîtes en cuivre parfaitement adaptées, où l'on met une once d'huile (1) à la fois. Deux chevaux conduisent constamment 48 boisseaux de charbon pesant environ deux tonneaux. Ils charrient de même autant de marne que les autres chariots du pays, c'est-à-dire, plus de deux tonneaux,

(1) J'employe de l'huile d'olive pour mes chariots et tombereaux. Un chariot, deux voitures et un cabriolet ne consomment que 2 à 3 pintes d'huile par année, à 30 sous la pinte; ce qui ne fait environ que 20 sous par voiture.

quoique plusieurs de nos routes soient montueuses.

Mes deux chevaux conduisant sur ma voiture une charge de deux tonneaux, pourraient entrer en concurrence pour faire une longue route, avec tout autre chariot de l'Angleterre dont les chevaux n'auraient qu'une charge de 11 à 1200 livres. Mon charretier assure que ses deux chevaux conduiraient, en quatre jours, 48 boisseaux de charbon à 120 milles sans éprouver de fatigue considérable.

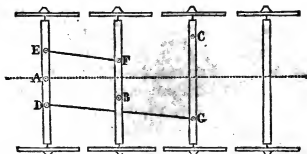
J'entre dans ces détails pour montrer que mes chevaux sont capables d'un plus grand travail que celui qu'on leur donne. Personne ne voudra croire que ces deux chevaux avec une telle charge, puissent parcourir 30 milles par jour et pendant quatre jours. Le résultat obtenu ne peut-être attribué qu'à la bonne construction du chariot qui donne aux chevaux la facilité de faire un travail extraordinaire. Voici l'explication de ce fait. Lorsqu'une charrette à deux roues de 4 pieds 8 pouces de hauteur, chargée du même poids que ci-dessus, passe sur un obstacle de 3 pouces de hauteur, le cheval doit tirer avec une force de 1609 livres; tandis que pour un chariot à 4 roues, dont celles de devant ont 4 pieds 8 pouces de hauteur, et celles de derrière 5 pieds, les chevaux ne font, pour passer le même obstacle, qu'un effort de 883 livres, ou de 773 livres; selon que c'est la

roue de devant ou de derrière qui passe sur l'obstacle ; et si les roues avaient 6 ou 8 pieds de hauteur, les chevaux auraient d'autant moins d'efforts à faire que le diamètre des roues serait plus grand, et la différence de l'effet sur les routes serait telle que je l'ai expliquée. Il faut aussi observer que si les deux chevaux tiraient le même poids sur deux chariots séparés, ayant chacun moitié du poids du premier, chaque cheval aurait exactement le même effort à faire pour passer sur un obstacle, comme lorsqu'ils étaient attelés ensemble à une même voiture. Il suit de là que le principe de la division est également important si le poids est grand ou petit, ou s'il est tiré par plusieurs chevaux ou par un seul.

2. Le frottement des essieux, quand ils sont huilés, est réellement très-petit, ainsi que le prouve le poids énorme du charbon et du fer qui est tiré par un seul cheval sur les routes en fer où il conduit six petites voitures à 4 roues attachées l'une à l'autre portant ensemble une charge de plusieurs tonneaux. Quoique le cheval ait à vaincre la résistance qu'oppose le frottement de 24 essieux, comme la route est unie, il est capable de tirer des charges très-fortes.

3. Il serait facile de construire des voitures à 6 ou 8 roues, de telle manière que dans les tournans le prolongement des essieux vînt concourir dans un même point, ou en d'autres

termes, pour un chariot à 8 roues; quand l'essieu de devant fait un angle de 3°, le second essieu fait un angle de 2°, le troisième, un angle de 1°, et le dernier fixe.



La figure ci-dessus est destinée à montrer comment les essieux d'un chariot à 8 roues sont liés. A est la cheville ouvrière de l'essieu de devant; B, celle du second essieu; C, celle du troisième essieu. EF est une traverse en fer qui sert à communiquer le mouvement du premier au second essieu; DG, est une semblable traverse qui lie de même le premier essieu au troisième. Les extrémités de ces traverses tournent dans les chevilles ouvrières. Comme le second essieu fait un mouvement de 2° quand le premier en fait un de 3°, il est nécessaire que la distance de B à F soit à la distance de A à E comme 3 : 2; ou moitié plus grande; et comme le troisième essieu doit se mouvoir de 1° quand le premier se meut de 3°, il faut que la distance de G à C soit à la distance de A à D

comme 3 : 1, ou trois fois plus grande. Il faut pour la stabilité et la bonne construction de ces voitures que l'espace entre les roues soit le plus grand possible. Fixons, d'abord, la distance de la cheville ouvrière à la traverse, dans le troisième essieu à 40 pouces; on aura 13 pouces 1/2 pour la distance de A à D. Comme la chevillette E de la traverse doit être à la même distance de la cheville A que celle qui est en D, la distance de A à E sera aussi de 13 pouces 1/2; et la distance de B à F dans le second essieu devra, par conséquent, être de 13 pouces 1/2, plus la moitié de cette quantité ou 20 pouces. Il faut que les trous soient percés exactement à la même distance de l'axe de la voiture, sur chaque essieu; par ce moyen, le second et le troisième essieu auront une action égale et réciproque, ce qui rendra le tirage sur le premier essieu plus égal.

Le même mécanisme pourrait servir pour une voiture à six roues; il suffirait de retrancher le dernier essieu. On pourrait aussi rendre le troisième ou dernier essieu fixe, et les premier et second seulement mobiles; la voiture tournerait dans un moindre espace. Cette disposition ne rendrait point le tirage du premier axe inégal, parce que le second essieu serait mû par une traverse attachée au premier.

On pourrait aussi pour une voiture à six roues, rendre fixe l'essieu du milieu, et

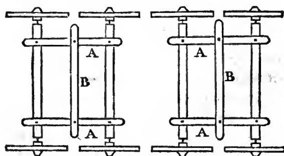
mobile au contraire le premier et le dernier essieu, par le moyen de deux verges allant en diagonale du premier au troisième essieu et se croisant au milieu du second. Chacune de ces verges ne pourrait être entièrement inflexible; elle devrait avoir une longueur de chaîne à chaque extrémité, qui tournerait sur deux demi-cercles attachés sur le premier et le dernier essieu, et d'un diamètre de trois pieds pour le moins. Par cette disposition, les roues de l'essieu de derrière feraient des mouvemens analogues à celles de l'essieu de devant, et la voiture tournerait dans un très-petit espace. Mais je pense qu'elle serait lourde, bruyante et exposée à de fréquentes réparations.

Si dans la figure précédente, et pour une voiture à six roues, les verges étaient attachées à une distance seulement de 8 pouces de la cheville ouvrière du premier essieu, et si la cheville ouvrière et le point d'attache étaient à une distance de 13 pouces 1/2, nombre qui est à 8 comme 5 est à trois, quand l'essieu du milieu ferait un angle de 5°, le second essieu en ferait un de 3°; et comme la distance de C à G dans le troisième ou dernier essieu est de 40 pouces, la distance de A à D dans le premier essieu serait de 8 pouces; il porterait dans le rapport de 5 à 1. Conséquemment quand le premier essieu fait un angle de 5°, le troisième ou le dernier essieu en fait un d'un degré, tandis que l'essieu du mi-

lieu ferait un angle égal avec chacun des deux autres, c'est-à-dire, que le premier essieu ferait avec le second essieu un angle d'autant plus grand que le second en ferait un plus grand avec le troisième. D'après cela les trois essieux formeraient à-peu-près des rayons concentriques, la voiture tournerait dans un petit espace, parce que le troisième ou dernier essieu aurait un mouvement facile

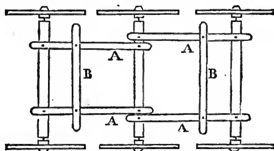
Comme dans cette dernière disposition du mécanisme les deux trous percés dans l'essieu du milieu sont à 7 pouces du centre, il est nécessaire d'augmenter l'épaisseur de cette partie de l'essieu pour lui rendre la force que ces trous lui font perdre.

Il est sans doute inutile d'observer qu'en parlant des distances des ouvertures, on a toujours entendu parler du centre.



La figure ci-dessus est destinée à représenter comment le charronnage doit-être fait pour distribuer également le poids sur chacune des roues des voitures à 8 roues. AAAA sont quatre

pièces de bois portant, deux sur les premier et second essieux et les deux autres sur les troisième et quatrième essieux. BB sont deux pièces portées par les premières A A A A et sur lesquelles repose le corps du chariot.



Cette figure est relative à une voiture à six roues, dont le charronnage est tellement disposé, que chaque roue porte également la 6.e partie de la charge. Je me bornerai à faire observer que les pièces BB sont placées à un tiers de la distance du premier et du dernier essieu, à l'essieu du milieu. D'après cela le premier essieu prend les deux tiers de la première moitié de la charge, et l'essieu du milieu prend l'autre tiers; il en est de même de l'autre moitié. Chaque essieu doit donc porter le tiers de la charge entière.

4. Si on voulait construire des voitures à six ou huit roues, il faudrait prendre en considération le principe suivant, développé plus haut, que les voitures à huit roues fatiguent moins les chevaux que celles à six roues, la

charge étant la même; il en est de même de celles à six roues, par rapport à celles de quatre.

Ces voitures à six ou huit roues devant avoir nécessairement un long coffre, il paraît plus naturel de faire placer les voyageurs de côté, ainsi que cela à toujours eu lieu, je pense, sur les voitures de cette forme. Ces voitures ont plusieurs inconvéniens qui les ont fait abandonner; le premier, que j'ai fait connaître en parlant de la diligence de Bath à Bristol; le grand nombre de voyageurs en avait dégoûté les personnes aisées, qui seules pouvaient soutenir cet établissement; le second, est l'incommodité très-grande de voyager de côté pendant la nuit; le troisième, vient de la facilité que les propriétaires et leurs domestiques trouvent de charger par le haut d'énormes fardeaux sur les coffres de 10 ou 12 pieds de longueur, indépendamment de la foule de passagers placés devant ou dehors, et que les chevaux sont obligés de tirer avec la même rapidité que si la charge eût été légère. Il n'est pas étonnant d'après cela que des voitures si extraordinairement chargées aient eu la réputation de tuer les chevaux. Les voyageurs étaient dégoûtés de passer la nuit avec une si nombreuse et souvent si mauvaise compagnie; fatigués par les mouvemens de côté et par la disposition des sièges, sur lesquels quatre voya-

geurs seulement se trouvaient placés dans les coins ou appuyés. Par toutes ces considérations, ces diligences ont dû être abandonnées.

5. Je ne vois aucune raison qui empêche de faire les coffres de diligences dans la forme de ceux actuels, mais assez larges pour placer sur chaque siége quatre personnes, et y établir une séparation intérieure verticale, allant du fond au-dessus de la voiture, d'un pied ou quinze pouces de large, et garnie d'étoffe : chacune des quatre personnes aurait un coin. Une diligence ainsi faite, n'aurait pas besoin d'avoir cinq pieds six pouces de large, pourvu qu'il y eut la même dimension au dos des siéges que d'une porte à l'autre; ou si l'on trouvait des inconvéniens à ces dispositions, on pourrait faire une première caisse ayant six places dans l'intérieur, et attacher à la suite une autre caisse avec deux siéges de quatre places chacune à un prix plus bas. Ce dernier coffre serait couvert et garanti de côté par des rideaux comme les deux ou trois diligences qui partent de Bristol. On aurait ainsi quatorze voyageurs dans l'intérieur, et en comptant le cocher et le voyageur placé à côté de lui, en tout seize voyageurs, qui, avec leurs bagages, donnent une charge suffisante, les chevaux devant faire huit ou neuf milles à l'heure. Les bagages peuvent être placés, ou dans le dessus, ou dans une chambre pratiquée entre les deux coffres, ou sous le

cocher. Il est indispensable d'empêcher de charger le haut par des bagages et surtout par des voyageurs.

Comme il n'est pas dans la nature humaine de résister à la tentation de faire des bénéfices, les maîtres de diligences doivent en régler les dispositions, de telle sorte que l'on ne puisse pas y recevoir plus de voyageurs et de bagages, que les chevaux ne peuvent facilement tirer; autrement les cochers feraient monter sur le haut autant de voyageurs qu'il s'en présenterait sur la route, et on dirait de ces voitures, quelle que fut d'ailleurs la forme de leur construction, qu'elles tuent les chevaux.

6. On pourrait croire que ce que je propose est un empiétement sur le privilége obtenu par la patente de Matthews. J'ai vu ses diligences, lu ses rapports, et n'ai pu deviner par quel motif la patente avait été concédée, n'y ayant aperçu ni principe nouveau, ni découverte : le placement des bagages sous les pieds, date de très-loin. La patente de Milton était fondée sur cette disposition; et j'ai vu moi-même, il y a bien long-tems, des cases pratiquées dans le bas des diligences, pour y recevoir les bagages. Ce n'est pas non plus une chose nouvelle que de placer les siéges en longueur et de mettre les voyageurs dos à dos. Les voitures nommées Irish avaient cette disposition, ainsi que les chariots destinés au transport des soldats. J'ai

vu aussi des doubles siéges, placés à l'extérieur et en travers où les voyageurs étaient dos à dos : le coffre du double siége servait à placer les bagages. J'ai vu de même des diligences qui avaient sur les mêmes roues deux coffres fermés dans les unes, ouverts dans les autres, ou l'un fermé et l'autre ouvert. D'autres avec des siéges devant ou des siéges derrière. Ces diverses voitures me paraissent différer beaucoup les unes des autres par la modification des siéges, mais sans invention ni application d'un principe nouveau. Comme sur chaque patente ou brevet d'invention, on met que le patenté est le premier, le seul inventeur, et que la même invention n'a jamais été pratiquée par aucune autre personne, et puisque les points spécifiés sur la patente de Matthews ont été pratiqués, cette patente doit être considérée comme nulle.

CHAPITRE VI.

SOMMAIRE.

1. Forces comparatives employées par des chevaux tirant le même poids sur des voitures à 2, 4, 6 et 8 roues. Explication par une table. — 2. Les roues de devant les pionniers des roues de derrière. — 3. La conservation des routes dépend doublement de la question des pressions fortes ou faibles.

1. Je chercherai maintenant à établir, par des expériences, les effets que produit sur des chevaux l'usage des voitures à 2, 4, 6 et 8 roues chargées chacune de 3000 livres. Je supposerai que le poids de chacune de ces voitures est le même, parce que la hauteur, la force et le poids de chaque roue doit diminuer dans la même proportion que leur nombre. Une forte charrette à deux roues pèse environ 1800, comme un léger chariot à quatre roues : Tel est le poids du mien, qui porte de deux à trois tonneaux. C'est aussi le poids déterminé pour les diligences qui peuvent, d'après la loi, prendre six voyageurs dans l'intérieur et douze au-dehors. Leur poids ordinaire, quand elles sont pleines, peut être évalué à 4800 livres, poids brut, quoiqu'il soit souvent plus fort. Pour la facilité des calculs, je supposerai que le poids commun de chacune des différentes voitures est de 4800 livres poids brut.

TABLE représentant la puissance égale à la résistance éprouvée successivement pour la roue d'une voiture de diverse forme et construction, qui rencontre un obstacle de trois pouces ou de un pouce et demi de hauteur. Chaque voiture est supposée peser 4800 liv., poids brut. La puissance a été déterminée par les poids suspendus à une poulie et faisant équilibre avec la résistance.

	HAUTEUR des roues.	POIDS de chaque roue sur la route.	POIDS égal à la résistance éprouvée par une roue qui rencontre un obstacle haut de	
			3 p.ces	1 p.ce 1/2.
	p.ds p.ces	cent.	livres.	
CHARIOT à 2 roues	4 8	24	1355	916
CHARIOT à 4 roues :				
roues de derrière	3 4	12	833	552
roues de devant	4 8	12	677 1/2	458
CHARIOT à 6 roues, les roues ayant toutes la même hauteur	3 4	8	555	368
CHARIOT à 8 roues, les roues ayant toutes la même hauteur	2 8	6	482	313

2. Voulant éclairer le sujet que je traite à mesure que l'occasion se présente, je remarquerai que la roue de devant peut être regardée comme le pionnier de la roue de derrière. Si elle rencontre une pierre, elle la brise plus ou moins ou l'écarte, ou, si la chaussée est boueuse, elle l'aplanit, tandis que la roue de derrière éprouve rarement de résistance lorsque les roues suivent exactement les mêmes traces. On peut dire qu'il y a quarante chances contre une, que la roue de derrière ne rencontrera pas le même obstacle avec les mêmes circonstances que la roue de devant, excepté seulement sur les pavés; et encore leurs aspérités cèdent-elles aux efforts renouvellés des roues, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut. Les constructeurs de voitures sont tous d'accord sur ce point, que les roues de devant des voitures s'usent beaucoup plus vite que les roues de derrière.

Je pense qu'on peut conclure de la table précédente que les voitures d'un même poids sont tirées avec d'autant plus de facilité que le nombre des roues est plus grand. Prenons pour exemple une diligence. La roue de devant, d'une diligence ordinaire, à quatre roues, qui rencontre un obstacle élevé ou bas, exige pour le surmonter une force qui est dans le rapport de 7 à 4, à celle nécessaire pour faire passer une roue du premier essieu d'une diligence à

huit roues ayant seulement 2 pieds 8 pouces de hauteur chacune : les deux diligences sont supposées également pesantes.

Je fonde mes raisonnemens sur le principe qu'il faut diviser pour dominer; c'est-à-dire qu'une puissance donnée pourra tirer une plus grande charge si elle est divisée, que si elle est entière. Il est superflu de faire remarquer que la somme des forces nécessaires pour faire passer quatre roues d'une diligence à huit roues successivement sur un même obstacle, est plus grande que la somme des forces qu'il faut pour faire passer la roue de devant et celle de derrière d'une diligence à quatre roues sur le même obstacle. Chaque diligence pesant 4800, la première somme de force pour un obstacle de trois pouces, est de 1928 livres, et la seconde seulement de 1510 livres. Pour rendre l'observation plus évidente, je prendrai le quart de ces poids afin d'en faire l'application à la force de l'homme. J'aurai, pour le cas des 4 roues d'une diligence à huit roues, quatre différens poids de 120 livres chacun, et pour le cas de deux roues d'une diligence à quatre roues deux différens poids de 208 livres et 169 livres. N'est-il pas certain qu'un homme levera plus facilement 120 livres quatre fois successivement, qu'il n'éleverait deux poids l'un de 208 livres et l'autre de 169 livres? De même les chevaux tireront plus facilement la

diligence à huit roues que celle à quatre roues sur un tel obstacle. La vérité de ce raisonnement sera facilement aperçue de tous ceux qui ont réfléchi sur des matières analogues, et on peut en faire l'application aux travaux de toute espèce. Un homme peut remuer une plus grande quantité de terre en un jour, avec une bèche d'un poids beaucoup au-dessous de ses forces, qu'il ne le ferait avec une autre qu'il soulèverait avec peine. Deux hommes employés à une grue éleveront en un jour, et à une hauteur donnée, une bien plus grande quantité de marchandises, si les portions sont petites et proportionnées à leurs forces, qu'ils ne pourraient le faire si la grue étant très-chargée, le travail exigeait les plus grands efforts. Je pense de même que quatre chevaux attelés à une diligence, à huit roues de deux pieds 1/2 de hauteur chaque, éprouveront moins de fatigue en faisant passer quatre roues sur un obstacle de trois pouces de hauteur avec une force de 482 chaque fois, que s'il fallait faire deux efforts, l'un de 833 livres, et l'autre de 677 livres, pour tirer les deux roues d'une diligence ordinaire à quatre roues sur le même obstacle, quoique cependant la somme de la puissance des quatre efforts dans le premier cas surpasse celle de la puissance des deux efforts dans le second cas.

3. Comme les calculs précédens se rapportent aux routes, les résultats me paraissent d'un

intérêt national de la plus haute importance ; car on doit considérer que les forces nécessaires employées maintenant pour tirer une roue sur chaque obstacle sont exactement celles portées dans le tableau précédent : la route elle-même est le *sulerum*, et les membres des chevaux sont les leviers. Les pieds des chevaux agissent contre la route en raison de la pression et de la tendance de la roue à briser ; et cela a lieu pour toutes les voitures depuis le plus lourd fourgon, avec ses roues semblables aux meules de drogues, jusqu'au plus léger cabriolet. C'est route contre route ; l'action et la réaction étant dans chaque cas parfaitement égales. Cette importante question doit donc être examinée comme intéressant doublement les routes.

CHAPITRE VII.

SOMMAIRE.

1. Les péages seraient levés sur les roues seulement sans avoir égard au nombre de chevaux attelés. — 2. Plus le nombre des chevaux tirant une même charge est grand, moins la route souffre. — 3. Voitures à huit roues pour transporter un poids de 4800 livres, doivent être encouragées par les lois sur les péages, comme les plus favorables aux propriétaires et aux routes. — 4. Si on fait abstraction de l'intensité de la pression sur chaque roue, la forme et la largeur de la roue est d'une petite conséquence. — 5. Les roues cylindriques sont préférables même pour les plus légers poids.

1. J'ai pour maxime qu'une saine pratique est toujours d'accord avec une saine théorie. Si on admet que la théorie que j'ai tâché d'établir est vraie, et si j'ai démontré que la division du poids sur un plus grand nombre de roues dans de certaines limites est meilleure, et pour les chevaux et pour les routes, on est en droit d'en conclure que les principes de notre législation sur les routes à péage, en tant qu'elle est plus favorable à certaines voitures qu'à d'autres, sont entièrement erronés. Je pense que les péages devraient être imposés sur les roues seulement, sans avoir égard au nombre de chevaux, parce que, d'après les observations précédentes, que l'action est égale à la réaction, la quantité de pouvoir employé ou dépensé pour tirer une

voiture ne peut qu'être égale à la résistance qu'oppose cette voiture.

2. Si un propriétaire voulait mettre à une voiture à larges jantes un nombre excédant de chevaux, il serait condamné par les réglemens à une amende. Supposons que huit chevaux soient le nombre limité par les lois, et qu'ils ne puissent tirer la voiture sur une montagne qu'en faisant les plus grands efforts; si au lieu de huit on en eut pris seize, la même force aurait suffi pour monter la voiture; seulement chaque cheval, dans le dernier cas, n'aurait employé que la moitié de la force de chacun des huit premiers, et par conséquent les efforts de chacun des seize chevaux contre le sol n'eussent été que la moitié de ceux de chacun des huit. Ainsi d'après le principe que j'ai établi plus haut, sur la division du poids, les dégradations faites à la route par seize chevaux ne sont peut-être pas la vingtième partie de celles faites par huit.

3. Je crois pouvoir assurer que les mêmes chevaux conduiront avec moins de fatigue une diligence à huit roues pesant, tout compris, 4800 livres, qu'une diligence à quatre roues du même poids. Je pense de même, 1.° que deux chevaux de voiture ordinaire meneraient facilement un chariot à huit roues pesant 1600 livres et chargé de 3200 livres, ce qui revient à 2400 livres, puisqu'un seul cheval peut tirer aisément plus de la moitié de ce poids sur une voiture

à quatre roues; 2.° que cette voiture peut être menée par le conducteur placé sur un siége; 3.° que cet arrangement satisfait à toutes les convenances et aux intérêts du commerce, chaque cheval menant plusieurs cents livres de plus que dans les transports ordinaires; 4.° que de semblables voitures établies sur ressort peuvent également servir comme diligence avec quatre chevaux, et à raison de six milles à l'heure; 5.° que par l'usage de telles voitures on préviendrait les inconvéniens que causent aux voyageurs les voitures gothiques à larges jantes; 6.° qu'on devrait réduire au taux le plus bas les péages sur les voitures dont chaque roue ne porterait que six cents livres, et augmenter le tarif pour les roues portant au-delà de ce poids.

4. D'après ce qui précède, on ne doit pas prendre en considération la largeur et la forme des roues; le point capital à obtenir, c'est la défense d'une forte pression. De même qu'une roue d'un moulin à drogues ne peut les écraser avec une largeur deux fois plus petite, que celle d'une roue de voiture quand elle n'est pas chargée; ainsi des roues, à la fois légères et étroites, ne pourront causer beaucoup de dommages.

5. Néanmoins je ne prétends pas être le défenseur des roues à jantes étroites, ni établir jusqu'à quel point elles peuvent l'être et combien elles pèsent peu sur les routes. Je me bor-

nerai à rappeler que les roues verticales et cylindriques, larges ou étroites, lorsque les essieux sont tournés parfaitement droits et cylindriques, sont les seules qui aient une tendance à aller en ligne droite, et qu'on doit toujours les employer, parce que dans toute circonstance elles occasionnent, sans comparaison, moins de dégâts aux routes et moins de fatigues aux chevaux que les roues de toute autre espèce.

CHAPITRE VIII.

SOMMAIRE.

1. Principe d'après lequel les péages doivent être établis. — 2. Comment une table de péage doit être calculée pour appliquer ce principe. — 3. Table de péage calculée d'après ce principe. Opinion de Jean Loudon M.e Adam. — 4. Opinion des législateurs, en la 13.e année de Georges III, sur les dégradations causées par les charges excessives. Les rouleaux actuels de seize pouces, taxés à un péage supplémentaire de 40 livres. — 5. La largeur des roues n'empêche pas la destruction produite par la pression. Nouvelle preuve. — 6. Motifs probables qui ont engagé autrefois à encourager les forts chargemens. — 7. Roues de legère pression plus nécessaires partout où les matériaux des routes sont plus tendres et plus mauvais.

1. VOULANT proposer un nouveau principe pour fixer les droits de barrière sur les voitures, il est nécessaire de l'expliquer et d'en justifier les motifs.

Lorsqu'on veut ouvrir une route à péage, il faut se procurer des fonds pour payer les terrains et les travaux. On emprunte une somme suffisante et on établit des péages dont les produits sont hypothéqués par les prêteurs et employés non seulement à payer les intérêts, mais aussi à rembourser par degré le capital. Les péages doivent être levés sur chaque voiture qui

profite de la route, et évalués à la somme composée du dommage causé par le passage de cette voiture et d'une partie correspondante de l'intérêt des fonds empruntés, enfin, du capital amorti. Je ne crois pas qu'on doive prendre en considération la nature du chargement, c'est-à-dire, graduer les péages selon que la voiture transporte des voyageurs, de la marne, ou toute autre espèce de marchandise, et faire varier les droits pour les cabriolets, les diligences ou les chariots de roulage. La seule question à examiner est de savoir à quelle somme s'élèveront le dommage causé à la route, et la portion à payer pour l'intérêt capital et l'annuité d'amortissement. Ces évaluations, ainsi que je l'ai montré plus haut, doivent être faites en raison du nombre des roues et du poids avec lequel chacune d'elles presse la route, sans avoir égard au nombre de chevaux attelés à la voiture.

Il est tems qu'on cesse d'accorder un privilége pour certaine matière de préférence aux autres; car si on veut être conséquent, puisqu'on exempte de tout droit les transports de la marne, afin que les nécessités de la vie soient fournies à plus bas prix, il faut aussi affranchir par la même raison, les bestiaux vivans; les charrettes des bouchers; les charrettes et chariots des meuniers; ceux des fermiers conduisant du blé, des pommes de terre, carottes, etc.; ceux de mille espèces de marchands char-

gés de beurre, œufs, veaux, etc.; ceux des boulangers, des brasseurs, des marchands de charbon et d'autres combustibles, des marchands de laines et d'autres matières propres aux fabriques ou d'objets fabriqués; et comme les maisons sont des nécessités de la vie, il faudrait donc aussi exempter de tout droit les matériaux propres aux constructions, savoir: les pierres, les briques, la tuile, le sable et le bois, etc.

2. Pour dresser une table à péage d'après le principe que j'ai établi, on doit favoriser ou encourager le plus possible la plus grande division du poids et faire qu'il ne soit jamais dans l'intérêt des propriétaires ou voituriers de diminuer le nombre des roues, c'est-à-dire, qu'un poids donné doit payer moins sur huit roues que sur six, moins sur six que sur quatre, et moins sur quatre que sur deux.

3. La table suivante que nous avons calculée d'après ce principe pourrait atteindre ce but.

Pour chaque paire de roues ne portant pas un poids excédant, savoir :	AUGMENTATION des droits de barrière.			TOTAL des droits de barrière.		
cents pesans.	l. st.	sch.	d.	l. st.	sch.	d.
12	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0 1/2	0	0	2 1/2
16	0	0	1	0	0	3 1/2
18	0	0	1 1/2	0	0	5
20	0	0	2	0	0	7
22	0	0	3	0	0	10
24	0	0	4	0	1	2
26	0	0	5	0	1	7
28	0	0	6	0	2	[illegible]
30	0	0	7	0	2	8
32	0	0	8	0	3	4
34	0	0	9	0	4	1
36	0	0	10	0	4	11
38	0	0	11	0	5	10
40	0	1	0	0	6	10
42	0	1	1	0	7	11
44	0	1	2	0	9	1
46	0	1	3	0	10	4
48	0	1	4	0	11	8
50	0	1	5	0	13	1
52	0	1	6	0	14	7
54	0	1	7	0	16	2
56	0	1	8	0	17	10
58	0	1	9	0	19	7
60	0	1	10	1	1	5
62	0	1	11	1	3	4
64	0	2	0	1	5	4
66	0	2	1	1	7	5
68	0	2	2	1	9	7
70	0	2	3	1	11	10
72	0	2	4	1	14	2
74	0	2	5	1	16	7
76	0	2	6	1	19	1
78	0	2	7	2	1	4
80	0	2	8	2	4	8

On ne fait d'exception que pour les matières en masses qu'on ne pourrait diviser, comme un bloc, une pièce de bois ou de fer, ou autres matières; auxquels cas on fixerait un péage modéré comme pour 3200 par paire de roues.

Le lectenr verra par la table ci-dessus qu'une voiture à huit roues, chargée d'un poids très-lourd, n'est taxée qu'à un poids modéré. Un poids de quatre tonnes sur cette voiture ne payerait que 2 sch. 4 d.; tandis qu'un chariot à quatre roues portant huit tonnes, serait imposé à 4 liv. st., 8 sch., 4 d. Mon ami Jean Loudon Mc Adam (1) l'inspecteur-général des routes de péage à Bristol, m'a assuré que le seul chariot portant une aussi forte charge, qui voyage de Londres à Bristol, cause plus de dommages aux routes que toutes les autres voitures ensemble. Si son opinion est exacte, ainsi que je le crois, un tel péage serait juste et modéré.

4. Il est certain que dans la 13.e année de Georges III, le parlement avait voulu prévenir le grand dommage causé aux routes par des charges excessives, en imposant un péage supplémentaire de 20 schellings par surcharge de cent livres. Mais il ne savait pas que les dégra-

(1) M. Mc Adam est l'auteur d'un nouveau système de construire les routes, qu'on peut considérer comme le commencement d'un nouvel ère dans cette branche importante des sciences.

dations étaient justement proportionnelles aux charges de la plus faible à la plus forte ; ou il ne connut pas le moyen de prévenir le mal. C'est d'après le principe ci-dessus mentionné que la table précédente des péages a été dressée.

Puisqu'une roue de seize pouces de large ne porte pas sur toute la largeur de la route, ainsi que le prescrit l'acte, nous avons droit de considérer que huit tonnes, charge autorisée pour de telles roues, ne sont réellement portées que sur des roues de neuf pouces. Nous trouverons donc que la surcharge est de deux tonnes, qui, à raison de 20 schellings par cent livres pesant, font 40 livres sterlings, qui est réellement le péage que le Parlement a eu l'intention de fixer, et qui, selon l'intention, la volonté aussi bien que la lettre de la loi, devrait être payé.

5. Ce fait est une grande preuve de ce que j'ai avancé chapitre IV, § 6, que je considère le système actuel sur les roues larges comme entièrement trompeur et faux. En résumé, si on exécutait la loi à la lettre, si les roues étaient parfaitement coniques, portant avec toute leur largeur sur la surface de la chaussée, les dégradations causées aux routes par l'action des roues, seraient dix fois plus grandes que maintenant, parce que le double broyement de côté serait incomparablement plus fort sur chaque bord des jantes que dans le milieu ; tandis que par

la construction actuelle les bords ne touchent pas la route. (Voyez chapitre II, § 1 et suivans.) Les dégradations des routes seraient aussi dix fois plus augmentées par l'accroissement du travail des chevaux, résultant de la construction de ces roues. On peut remarquer que les roues actuelles, qu'elles aient 6 pouces, 9 ou 16 pouces de large, ne portent pas, quand même la surface est unie et plate, sur plus de trois pouces. D'après cela, si la loi actuelle peut-être facilement violée, ou si, comme tout l'atteste, elle est universellement éludée, il est évident que la largeur des jantes ne prévient, dans aucun de ces deux cas les funestes effets de la pression.

6. Quand nous considérons quel était l'état des routes dans toute l'Angleterre il y a 40 ou 50 ans, il n'est pas étonnant que le Parlement ait encouragé par des réductions et l'exemption même des péages, l'usage des chariots très chargés et à larges jantes; il fallait alors briser les grosses pierres jetées sur les chaussées, unir les nombreuses flaches, et remplir les profondes ornières et les trous qui les rendaient presque impraticables. On reconnaît que ce fut le but de la législation par la disposition qui réduit les péages des chariots dont les roues à inégales distances et de 9 pouces de largeur chacune, font une trace de 16 pouces de largeur. Mais il est difficile d'assignerpar quel motif on a fixé à huit

tonnes le maximum du poids de ces voitures ainsi favorisées, et imposé l'énorme amende de 20 schellings par surcharge de cent livres au-dessus de huit tonnes. Cette disposition est entièrement opposée à la première.

7. Je présume que les personnes qui résident dans des districts où les matériaux sont friables et de mauvaise qualité, et ou les routes sont coupées par de profondes ornières, objecterout que les roues légères, que je propose, ne seraient pas de longue durée et seraient brisées dans les trous, et que l'usage n'en pourrait pas être longtems conservé. Je leur répondrai en établissant cette comparaison : supposons qu'un fermier mette ses bœufs dans une prairie humide et molle, il est évident que chaque pas sera marqué par un trou peut-être de six ou huit pouces de profondeur, tandis que les pieds d'un troupeau de moutons n'auraient pas enfoncé la surface ; cependant la largeur du pied d'un bœuf est à celui d'un mouton comme le poids du premier est à celui de l'autre. Ainsi dans le cas d'une roue fortement chargée, c'est l'intensité de la pression dans une masse qui cause le dommage, intensité qui n'est pas compensée dans un cas par la largeur de la roue, ni dans l'autre par celle du pied des bœufs : en supposant même que le poids du troupeau de moutons fût plus grand que celui des bœufs, le dommage causé par

les premiers ne serait nullement comparable à celui fait par les autres. De même, comme nous l'avons montré, les dégradations causées aux routes par des roues légères n'est point à comparer à celui produit par une seule roue très-chargée, quoique dans les deux cas, la somme des poids passant sur une route soit exactement la même.

D'après cela, on peut conclure que plus les matériaux des routes sont mauvais, plus il est important qu'on ne permette l'usage que de roues légères ; ainsi, dans une prairie plus le terrain est mou, moins les animaux qu'on y met paître doivent être pesans. On peut assurer que si on ne permettait sur de telles routes que le passage de voitures légères, on n'y remarquerait jamais de profondes ornières.

CHAPITRE IX.

SOMMAIRE.

1. Des ressorts ; application de leurs usages ; comment ils procurent de l'agrément aux personnes en voiture. — 2. Expériences sur les ressorts de Richard Lowell Edgeworth.

1, Il est reconnu par les philosophes que tout corps a une tendance à conserver l'état, soit de mouvement, soit de repos où il est. Il faut plus de force pour mettre en mouvement une diligence, ou autre corps en repos, que pour entretenir ce mouvement. Aussi nous voyons que les chevaux font toujours plus d'efforts en partant pour entraîner une voiture, soit diligence ou chariot, que pour la mener ensuite; et lorsqu'elle est en mouvement, il faut de même un grand effort pour l'arrêter.

Quand une messagerie est entraînée avec une grande vitesse sur une route en ligne droite, et qu'elle tourne subitement, telle est sa tendance à continuer la première ligne, que souvent il arrive qu'elle est renversée.

Ceci s'applique à toute espèce de mouvement que prend une voiture dans sa marche. Mais si la voiture est suspendue sur des ressorts qui sont naturellement tendus par une force égale au poids de la charge, et qu'elle passe sur une

pierre, le corps, au lieu de suivre le mouvement des roues, tend davantage encore les ressorts. Ainsi en passant sur une pierre de quatre pouces de haut, le coffre peut ne pas s'élever de plus d'un pouce; les ressorts dans ce cas se compriment de trois pouces davantage. J'ai vu les ressorts d'une diligence du poids d'une tonne, qui étaient comprimés comme par une pression de trois tonnes, lorsque cette diligence descendait rapidement dans une forte ornière, et en remontait aussi vite; et comme les ressorts peuvent avec plus de facilité être tendus, et le poids être changé de direction, le travail des chevaux se trouve dans une même proportion réduit par l'usage des ressorts.

C'est à ce même principe qu'il faut attribuer l'avantage que nous procurent les voitures suspendues; avec quelle facilité les ressorts ne cèdent-ils pas à toutes les pierres et autres inégalités du terrain sur lesquels nous passons sans que la voiture s'écarte sensiblement de la ligne horisontale; mais si on pouvait rendre mathématiquement les routes planes, et les roues cylindriques, les ressorts ne seraient d'aucune utilité pour aucune voiture, et ne contribueraient, sous aucun point de vue, à augmenter la commodité des voyageurs et à diminuer la fatigue des chevaux.

2. Richard Lowell Edgeworth donne les détails d'expériences très-curieuses qu'il a faites

sur les ressorts ; il en résulte que l'avantage de l'emploi des ressorts, lorsqu'une voiture à ressort parcourt une route raboteuse, à raison de trois milles trois quarts par heure, est, sur une voiture sans ressort, d'un même poids et d'une égale vitesse, comme 12 est à 8 ; et quand la vitesse est de cinq milles et demi par heure, l'avantage est double ou comme 12 est à 6.

Ces résultats donnent lieu à des remarques importantes. S'il est prouvé qu'une voiture sans ressorts, et c'est l'avis du plus grand nombre, faisant sur une route raboteuse cinq milles et demi par heure, exige une force double; s'il est vrai que les ressorts ne seraient d'aucune utilité pour des routes parfaitement unies et des roues exactement cylindriques ; s'il est également vrai, ainsi que je l'ai fait voir chapitre I, § 8, que quoiqu'une roue puisse passer sur une pierre par la force d'impulsion, il y a toujours une quantité de mouvement perdue, et que cette quantité de mouvement doit être rendue par un effort extraordinaire des chevaux; de quelle importance n'est-il pas que la surface de nos routes approche le plus près d'un plan géométrique, et que toutes les voitures soient construites de manière à causer le moins de dommage possible.

[illegible]

[illegible]

CHAPITRE X.

SOMMAIRE.

1. Observations relatives aux taxes mises sur les diligences. — 2. Carosses des particuliers. Chariots taxés.

1. J'AI déjà émis l'opinion qu'il était déraisonnable et barbare que les voyageurs, trop pauvres pour payer le haut prix des places dans les diligences, fussent exposés à la rigueur du tems, et que toute voiture publique devrait être disposée pour garantir les voyageurs. Mais les maîtres de diligence sont obligés par les lois actuelles de ne prendre dans l'intérieur qu'un certain nombre de personnes, et de placer au-dehors et à découvert les autres voyageurs. Je pense que la loi, au lieu de fixer à six le nombre des places intérieures, et à douze celles extérieures, devrait accorder une liberté entière, c'est-à-dire autoriser à prendre dix-huit voyageurs sans distinction de places intérieures et extérieures, et n'exiger du maître de diligence que la somme qu'il paie maintenant; ce qui lui permettrait d'admettre des dispositions pour mettre à l'abri tous les voyageurs.

2. Quant aux voitures de particuliers, carosses, chariots, cabriolets à un cheval, je fais observer aux autorités chargées de ces détails que le péage ne doit pas être fixé dans

le but de limiter le nombre des roues, par deux motifs ; le premier est tiré du principe que j'ai cherché à établir, savoir : que plus un poids donné est porté par un plus grand nombre de roues, moins la route souffre. Quelqu'indifférente que puisse paraître cette considération, quant aux voitures destinées à ne porter que deux ou trois personnes, cependant je crois qu'on ne doit pas la perdre de vue. Le second motif est tiré du danger auquel expose l'usage des voitures à deux roues, danger qui n'est que trop prouvé par des accidens fréquens les plus malheureux. Les carosses étant imposés comme articles de luxe, la taxe devrait être fixée en raison de la richesse de l'équipage, ce qu'on peut plutôt évaluer par le nombre des chevaux attelés que par celui des roues. Je ferais les distinctions suivantes dans le classement des péages :

Pour chaque voiture avec ressorts d'acier et tirée par un seul cheval.

Tirée par deux ou plus de chevaux.

Pour chaque voiture sans ressorts d'acier ni ornement (mais sans limiter le nombre des roues.)

Je crois que l'humanité fait une loi de ne point empêcher que les voitures de cette dernière classe aient des ressorts en bois, des coussins, des couvertures et rideaux. Il n'est pas à penser que les personnes assez aisées

pour se procurer de meilleures voitures se résignent à faire usage de celles établies d'après telles conditions. Il faut aussi considérer que beaucoup de familles peu fortunées sont aussi délicates que celles qui jouissent de grandes richesses , et qui peuvent , par cette raison , se procurer des carosses élégans et commodes. Forcé moi-même de voyager dans les chariots taxés , sans ressorts, je puis assurer que la fatigue est mortelle. On ne peut avec justice défendre à une famille peu aisée d'employer à sa voiture des ressorts en bois , une couverture , des rideaux, ou ce qui revient au même, l'obliger à y renoncer par l'application d'un péage élevé.

CHAPITRE XI.

SOMMAIRE.

1. Explication de l'action mécanique des roues sur les matériaux des routes. — 2. Routes étroites ; pourquoi elles sont fréquemment dans un si mauvais état ; les fossés profonds, les pentes rapides du terrain ; les haies qui bordent les routes sont des causes d'ornières. — 3. Les routes convexes ne sont jamais bonnes, et pourquoi. 4. Matériaux des routes ; emploi des matériaux. — 5. Faut-il mettre une couche épaisse ou mince ? — 6. Faut-il placer des matériaux sur toute la largeur de la route ou sur la moitié ?

QUOIQUE j'eusse l'intention de me borner à parler des roues de voitures, je me trouve conduit par le grand nombre d'observations que j'ai faites sur les routes à ajouter quelques remarques sur ce sujet.

1. Il aurait été nécessaire, en traitant de la forme et de la construction des routes, d'expliquer l'opération mécanique des roues sur les matériaux des routes. Les roues ont, sur les matériaux des routes, un double effet, celui de presser, de broyer ou de moudre. Le premier a lieu quand les roues sont parfaitement cylindriques et droites ; elles passent en pressant sans moudre. Le second effet est produit quand une substance interposée entre deux corps, dont l'un a un mouvement curviligne,

se trouve si fortement comprimée entr'eux que le corps en mouvement ne peut glisser sur elle : comme elle adhère fortement et à l'un et à l'autre par l'influence de la pression, elle est nécessairement déchirée et réduite en poudre. Tel est le mécanisme des moulins à blé, à drogues, et de toutes les autres machines appelées moulins. (1)

Quoique l'ingénieux auteur, que j'ai déjà cité, ait à juste titre comparé les roues larges et coniques à des meules de moulins à drogues, il n'a pas expliqué comment leur effet destructeur est produit. (2)

Je me rappelle d'avoir fait souvent l'expérience suivante étant enfant : je mettais le talon sur un morceau de brique tendre ou de vieux mortier dur qui résistait sans se briser au poids de mon corps ; mais quand je tournais à l'aide de l'autre pied que je tenais en l'air, le morceau se réduisait aussitôt en poussière : l'action dans ce cas est facile à expliquer. Le poids de mon corps enfonçait la brique dans le sol et

---

(1) Les moulins d'acier destinés à moudre du poivre, du café, n'ont que très-peu la propriété de déchirer ; ils divisent les substances par l'action de lames tranchantes agissant l'une contre l'autre ; ce sont des espèces de ciseaux, plutôt des machines à couper que des moulins.

(2) Nous ne connaissons pas avec précision qu'elle est la force d'un mouvement spiral pour détruire l'attraction de cohésion. Mais nous avons la certitude que cette force existe. (Edgeworth sur les roues de voiture.)

pressait avec le même poids mon talon sur la brique ; dans le mouvement une partie de la brique restait fixée dans la terre ; l'autre partie entraînée par mon talon se séparait de la première ; la brique se trouvait ainsi déchirée et réduite en poudre. Lorsque je répétais la même expérience sur une pierre calcaire, le frottement de mon pied ne suffisait pas pour détruire l'attraction de cohésion de cette matière ; en tournant, mon talon glissait sur la pierre sans la briser. On produirait sur une pierre calcaire le même effet que sur la brique, si le corps en mouvement pressait sur la pierre avec un poids tel, qu'au lieu de glisser, il détruisit l'attraction de cohésion. En d'autres termes, plus la substance est dure, et plus le moulin pour la briser doit être lourd et puissant ; et par conséquent le plus lourd et le plus puissant moulin, ou la plus lourde et la plus forte roue, seront les machines les plus efficaces pour réduire les matériaux en poudre. Ce qui précède est l'explication des expressions, presser et moudre, et des effets produits sur les matériaux des routes par l'usage des roues droites et cylindriques, qui agissent seulement en pressant, ou des roues coniques qui, par leur mouvement, tordent, et tendent à broyer et à moudre. (Voir le Chapitre II § 1.)

2. J'ai remarqué que les routes étroites sont presque toujours en mauvais état, parce que

les roues passent toujours sur les mêmes traces et font deux ornières chacune de six pouces. Ainsi la route est entamée partout sur un pied de large au lieu d'être usée également sur toute la surface ; ce qui aurait lieu si la route était d'une largeur convenable et bien construite.

Lorsqu'une route a vingt ou trente pieds de large, qu'elle est assez unie pour qu'une voiture puisse trouver partout un plan presque horizontal, et si l'Inspecteur a quelque soin de prévenir les premières traces d'ornières, une telle route ne sera pas plus fatiguée sur un point que sur l'autre par les roues, pourvu toutefois que les bords du chemin ne soient pas assez mauvais ou escarpés, pour en écarter les conducteurs par la crainte de tomber. Mais s'il existe de chaque côté des fossés profonds, ou des pentes rapides, le danger d'en approcher en éloignera les conducteurs qui, par instinct, suivront constamment le milieu de la route et y feront de profondes ornières, quelque précaution que prenne l'Inspecteur. On en voit un exemple remarquable sur la route de Durdham-Down, près Bristol, quoiqu'elle ait vingt à vingt-cinq pieds de large, comme le sol tombe tout-à-coup des deux côtés, il n'a pas été possible, à ma connaissance depuis vingt années, de prévenir les profondes ornières qui se sont formées sur toute la longueur dans le milieu : cependant la chaussée

est de pierres calcaires dures ; et toutes les autres parties de la même route sont aussi belles que les plus belles de l'Angleterre. Si on élargissait cette portion de route de chaque côté, et si on aplanissait les bords, il est certain, que ce soin, ou toute autre précaution qui préserverait du danger et de la crainte d'approcher des côtés, serait suffisante pour maintenir cette portion de route en aussi bon état que toute autre de ces contrées.

3. Les routes élevées et convexes dans le milieu sont toujours coupées de deux ornières sur toute la longueur, quelque soin que prenne l'Inspecteur. Cet effet est encore produit par celui de la crainte. Chaque conducteur prendra toujours le milieu comme la seule portion de la route où la voiture puisse rester droite; et dans le cas même où elle ne serait pas assez convexe pour faire naître la crainte, l'inconvénient de cheminer sur un plan incliné déterminerait toujours à prendre le milieu.

4. Il est rare qu'on ait le choix des matériaux des routes : les trusts sont obligés de faire usage de ceux que les contrées fournissent. J'ai observé dans beaucoup de parties de l'Angleterre, que les meilleures routes sont celles où l'on emploie la pierre calcaire. Ce résultat à mon avis, n'est pas dû à la dureté de cette substance, mais à la propriété d'adhérer et de lier que possède la chaux qu'elle contient; car, autrement

comment expliquer la fermeté et la solidité de ces chaussées. Les routes autour de Bristol, faites en pierres calcaires blanches, sont si fermes et compactes que l'hiver le plus rigoureux ne les dégrade pas; ce qui prouve qu'elles sont impénétrables à l'eau. La craie qui est aussi une pierre calcaire, quoique moins dure que celle de Bristol, peut être d'un bon emploi lorsqu'on la mêle avec des matériaux durs, parce qu'elle possède de même la propriété de les lier en formant ciment. Je vis avec plaisir en traversant la forêt de Marlboroug, l'admirable effet de l'union de la craie et du silex: le silex cassé en morceaux d'environ quatre onces, mêlé avec de la craie, forme une route parfaitement égale, compacte et solide. On m'a assuré que les routes étaient dégradées par la gelée, parce que la craie absorbe facilement l'humidité; je l'attribue à l'emploi trop abondant de la craie. Si on se bornait à en mettre une partie sur dix de silex, quantité suffisante pour lier les couches de silex, je suis convaincu que la très petite quantité d'eau absorbée, ne produirait aucun effet par les gelées.

La propriété que possède la poussière de pierre calcaire de lier les corps, est prouvée par plusieurs exemples. Les débris et poudres des pierres calcaires des routes sont fréquemment employés dans la construction des murs de clôture et même de maisons, sans aucun mélange de chaux ou mortier.

On doit mettre en doute si l'usage de nettoyer les routes, avant d'y répandre une couche de matériaux neufs, est bon ou mauvais. Il est certain que des pierres dures et nettes ne peuvent se lier avant que la trituration opérée par les roues des voitures et les pieds des chevaux, ait détaché une suffisante quantité de molécules pour former une couche pleine et unie. Au reste, cette explication m'a paru démontrée par le fait suivant, que j'ai observé. Lorsque des pierres sont jetées sur une route par un tems sec, les voitures les pulvérisent; mais jamais on ne remarque de liaison tant que la sécheresse continue. Après la première pluie, tout ce qui a été détaché ne forme plus qu'une masse ferme et solide, au bout d'un ou deux jours; en d'autres termes, les débris des pierres qui, pendant les tems secs, étaient en poussière, deviennent mortier, et le tout se lie et se cimente ensemble. D'où je conclus que si avant de mettre une couche nouvelle de pierres, on nettoyait la route, et si on rejettait la boue sur la couche neuve, peu de tems après, le tout ne formerait qu'une masse ferme et liée; la route, serait plus solide et se conserverait plus long-tems, les pierres dures et angulaires étant garanties de leur action réciproque et de celle des roues et des pieds des chevaux, par la couche intermédiaire; elle ne serait plus aussi exposée à être coupée par des ornières.

Cette observation n'est pas une vaine théorie ; car, ayant fait deux fois l'office d'Inspecteur, je me suis assuré des excellens effets de cette pratique et même en me servant d'une pierre sablonneuse.

5. Comme les roues de chariots agissent sur les matériaux des routes, comme les moulins à drogues pour les mettre en poussière, nous sommes conduits à examiner les effets de ces machines. Ayant eu occassion de voir travailler pendant beaucoup d'années un moulin semblable employé à pulvériser le résidu tiré des manufactures d'acide nitrique, qui est une substance saline ferme, j'ai toujours remarqué que lorsqu'on mettait une épaisse couche de matière, le sel formait une masse dure et la meule ne pouvait plus moudre ; elle glissait dessus et ne produisait pas d'effets ; mais lorsqu'on ne mettait chaque fois qu'une couche mince de résidu, de manière que chaque partie fût à la fois en contact avec le seuil du moulin et la roue, le travail était facile et bon : chaque partie se trouvait divisée, comme la brique sous mon pied, et précisément par la même raison. J'ai observé le même effet dans l'emploi des matériaux des routes : une couche de 4 à 5 pouces d'épaisseur forme une masse qui est à l'épreuve de l'action des roues pesantes ; tandis que dans le cas d'une couche très mince, les pierres étant isolées et posées

sur un fond dur et recevant sans intermédiaire l'action de chaque roue qui passe dessus, de même que la couche mince dans le moulin, sont entièrement réduites en poudre et disparaissent entraînées par le vent ou les eaux.

En revenant à l'expérience que je faisais dans ma jeunesse, il est évident que si j'eusse essayé de réduire en poudre avec mon talon, un morceau de brique molle fortement engagé et enfoncé dans la terre, la couche de terre, intermédiaire aurait garanti la brique, et je n'aurais produit d'autre effet que de pulvériser un peu la surface. Tel est aussi l'effet des roues lourdes sur une couche dure de pierres, garantie de toute action immédiate; le passage est un peu destructeur, tandis que les pierres isolées sont instantanément réduites en poussière.

6. J'ai généralement remarqué que lorsqu'une partie de route est recouverte entièrement de nouveaux matériaux, chaque voiture suit la trace de la première jusqu'à ce que deux ornières aient été formées sur toute la longueur; il faut que l'Inspecteur soit très attentif pour les faire boucher aussitôt avec des rateaux de fer. Le passage sur ces matériaux est très pénible pour les chevaux, surtout dans les montagnes. Ma méthode de répandre sur les cailloux la vase retirée de la route, empêcherait en grande partie la formation des or-

nières; le travail des chevaux en serait aussi considérablement diminué; et je pense que les pierres résisteraient beaucoup mieux à la pression des roues et aux pieds des chevaux.

On avait autrefois l'usage, sur quelques-unes des routes de Bristol, de réparer seulement la moitié de la largeur de la route; c'est, à mon avis, une excellente pratique; les conducteurs suivent d'abord la vieille route, les chevaux marchent sur une chaussée ferme, et la nouvelle route est successivement applanie par les roues d'un côté; et comme la vieille route devient de plus en plus mauvaise, les voitures s'avancent de plus en plus sur la nouvelle route jusqu'à ce que le tout soit rendu ferme et compact : après quoi on répare de la même manière l'autre côté. Par-là les chevaux ne passent jamais sur les nouvelles pierres; et si deux voitures se rencontrent, les nouvelles pierres ne sont pas déplacées par les roues ou les pieds des chevaux. On n'aperçoit jamais d'ornières; les routes sont toujours bonnes. Je ne vois pas de raison qui puisse empêcher de rendre cette pratique générale.

APPENDICE.

SOMMAIRE.

Remarques sur le frottement des essieux ; la résistance du sol ; la mollesse des matériaux de la surface de la chaussée, par rapport à la division du poids ; sur les graisses et huiles de différentes espèces, relativement à leur emploi aux essieux des roues et autres machines.

LORSQUE les feuilles précédentes furent imprimées, j'en distribuai des exemplaires à mes amis afin d'en recueillir quelques pensées que je pourrais offrir au public. Leurs remarques m'ont conduit à ajouter ce qui suit :

Le lecteur a remarqué que le principe de la division de la charge est démontré par le résultat des expériences qui constatent les puissances nécessaires pour faire passer certains poids donnés au-dessus d'obstacles de diverses hauteurs. Une longue pratique m'a prouvé que trois bons chevaux ordinaires peuvent tirer une tonne de plus sur une voiture à quatre roues que sur une voiture à deux, non seulement en chemin uni, mais même sur des montagnes. Mon charretier s'est aperçu de cette vérité qui contrariait ses préjugés ; il a déclaré que mes deux chevaux qui sont forts et ardens, conduisent plus facilement 6500 ou 7 mille avec le chariot que 5 mille avec la charrette, même en montagne. Le chariot a des roues basses, de la

hauteur ci-dessus mentionnée chapitre V, § 1 ; et la charrette a des roues de 6 pouces de largeur, 4 pieds 8 pouces de hauteur, avec essieu en fer constamment humecté avec de l'huile d'olive.

Je citerai une autre circonstance à l'appui. L'un de mes domestiques, qui a servi pendant deux ou trois ans l'un de mes voisins de campagne, a remarqué que lorsque son maître allait à la ville qui est à 5 milles, avec un phaëton à quatre roues, son cheval revenait beaucoup plus frais, quoiqu'il y eut trois personnes dedans, que lorsqu'on le mettait au cabriolet où le maître était seul, malgré la différence du poids qui était de deux ou trois cents livres. Cette information ne m'a pas été donnée en réponse à une question que j'eusse faite; mais il en parlait comme d'une chose étrange, parce qu'il était convaincu qu'une voiture à deux roues suivait plus légèrement et plus rapidement le cheval qu'une voiture à quatre. Ce sont ses expressions.

Ces faits, qui justifient la division de la charge, ne sont pas produits par les inégalités de la route ; car sur celle de Frenchay à Bristol, on ne remarque ni ornières, ni flaches, ni pierres nouvellement mises, cette route étant entretenue d'après le procédé de M. Mc. Adam. Il est vrai que ces résultats n'auraient pas lieu si la route était entièrement unie et inflexible et les roues parfaitement circulaires ; mais il ne paraît pas que les inégalités de la surface d'une bonne

route puissent produire les résultats que nous avons remarqués ; il faut donc qu'il y ait d'autres causes.

Dans une entrevue que j'eus avec M. Mc. Adam, peu de tems après lui avoir remis l'essai qui précède et qu'il jugea favorablement, il me demanda si je ne pensais pas que le frottement des essieux dût augmenter dans un beaucoup plus grand rapport que celui du poids de la voiture. Réfléchissant sur la nature du frottement, je suis convaincu que cela doit être ainsi ; le frottement est un engrenage de deux corps l'un sur l'autre. Si un chariot en mouvement avait les essieux et les boîtes inégales et très sèches, les aspérités du premier corps entreraient dans les creux de l'autre, et le tout se briserait rapidement : il s'en détacherait beaucoup de parties métalliques, et les chevaux éprouveraient de très grandes fatigues. Mais si on interpose entre les deux corps en contact une matière onctueuse, on prévient la destruction du métal dans le même rapport qu'on empêche le contact. Telle est l'explication de ce qui est relatif à mon chariot. Quoiqu'il ait été en usage pendant douze ans, je n'ai remarqué aucune trace d'usure et de dégradation, ni dans le fer de l'essieu, ni dans le cuivre des boîtes.

Il est certain que l'huile d'olive garantit des effets du frottement quoique le poids soit très

fort ; cependant si la charge sur les essieux est excessive, l'huile sera entièrement rejetée par la pression, les deux métaux seront en contact immédiat et le frottement deviendra très considérable. Le frottement augmente en raison du poids qui tend à écarter l'huile et à mettre les métaux en contact ; et il m'est démontré qu'un poids double peut produire un frottement dix fois plus grand.

Une autre circonstance a aussi fixé mon attention ; c'est l'élasticité des routes. M. Robert Anstice de Bridgewater, homme d'une grande capacité, est le premier qui m'en ait donné l'idée. J'ai lu depuis un article sur ce sujet dans la revue où l'on rendait compte (mai 1820) de divers ouvrages sur les routes. Des personnes dignes de foi attestent que la durée des matériaux de la route, entre Cross et Bridgewater, est à celle de matériaux semblables, reposant sur un rocher solide, dans le rapport de 7 à 5 : Ce fait remarquable est si bien constaté qu'on ne peut en douter. Reste à savoir comment et pourquoi les pierres mises sur une couche élastique résistent davantage que celles placées sur un rocher solide. Je crois que c'est principalement par la même cause qu'une pierre sur un paquet de laine, supporte une plus grande pression avant d'être brisée que si elle est sur une enclume. Le sol n'est pas une fondrière spongieuse, mais un atterrissement des dépôts du canal de

Bristol; c'est une couche épaisse et mélangée de craie et de vase, qui donnent les plus riches pâturages de l'Angleterre où les bœufs les plus lourds peuvent passer sans s'enfoncer.

La connaissance de cette élasticité m'a conduit à étudier la nature de la fondation des routes en général. Dans cette contrée, la proportion des routes, établies sur les rochers, est très petite; tout le reste est fondé sur la terre. Mais la terre de toute nature absorbe l'eau; c'est un principe voulu par l'auteur de la nature, non seulement pour donner lieu à la végétation, mais aussi pour entretenir la vie des myriades d'animaux qui existent sous la surface du sol; l'eau circule et pénètre dans tous les pores. Il existe aussi des gaz à une très grande profondeur; par conséquent toute la surface de la terre peut être considéré comme un corps élastique. Ce n'est pas seulement dans le voisinage de Bridgewater que les routes sont élastiques et que l'on voit l'eau des fossés s'agiter au passage des voitures; n'entendons-nous pas le bruit des croisées des maisons; les assiettes, les glaces vibrer lorsque les voitures passent dans les rues, non seulement à Bridgewater mais à Londres, à Bristol et partout. Par conséquent je considère que toutes les routes qui ne sont pas établies sur des rochers sont susceptibles d'une certaine élasticité : comme la surface de la route est elle-même plus ou moins perméable à l'eau et

jouit aussi de plus ou moins d'élasticité, plus la chaussée et le sol seront élastiques, et plus les voitures enfonceront.

J'ai cherché à faire voir, en prenant pour exemple, l'enfoncement dans une prairie molle, d'un bœuf ou d'un mouton, que l'effet du poids augmente dans une bien plus grande proportion que ce poids. Supposons que le poids du mouton soit le dixième de celui du bœuf, et que le pied du bœuf entre dans la terre à cinq pouces; celui du mouton ne fera qu'une impression d'un huitième de pouce ou d'un quarantième de celle du bœuf; mais comme la superficie du pied du bœuf est dix fois celle du pied de mouton; le mouton ne déplacera que la quatre centième partie de la terre déplacée par le bœuf.

Puisqu'il est reconnu que toute terre est pénétrée d'eau et d'air, il suit donc de là que toute terre est élastique et compressible. Comme la presque totalité des routes de l'Angleterre repose sur une profonde couche de cette terre compressible, et que la couche de pierres est elle-même imprégnée d'air et d'eau, ces routes sont donc nécessairement très compressibles.(1) Conséquemment toute route, excepté celles

(1) Je dois rappeler le fait qui a été cité au bureau du Parlement par les propriétaires de diligences, que leurs chevaux durent moitié moins dans les environs de Londres que dans les districts éloignés.

établies immédiatement sur un rocher dur, doit être tendue comme corps élastique, et doit céder en raison de l'enfoncement de la chaussée qu'elle porte ; et cette double élasticité et du sol et de la chaussée, doivent produire à chaque roue qui passe, une résistance proportionnelle au pouvoir ou poids de cette roue : et il est connu que la force de compression des poids agissant sur la terre, augmente dans une raison beaucoup plus grande que les poids eux-mêmes.

En exposant les effets variés des résistances qu'éprouvent les roues, j'avais établi que la pression des roues dans la chaussée augmentait considérablement la fatigue des chevaux ; mais je n'avais pas prévu ce qui est maintenant évident pour moi, que la pression ou enfoncement par l'élasticité, n'est pas seulement proportionnel au poids respectif, mais qu'il augmente, ainsi qu'il a été mentionné, dans un rapport sans comparaison plus grand que le poids lui-même.

Ces considérations jointes aux précédentes, donnent une explication suffisante de toutes les circonstances relatives à la division du poids. Elles expliquent comment des chevaux peuvent tirer chacun sept ou huit cents pesans de plus, sur une route unie ou en montagne, dans un chariot plutôt que dans une charrette; elles font connaître pourquoi le cheval de mon voisin revenait frais de Bristol avec un phaëton,

et fatigué avec un cabriolet, quoiqu'il eut plusieurs quintaux de plus à tirer dans le premier cas; et elles confirment le témoignage de ce conducteur de la diligence à huit roues, de Bath à Bristol, qui assurait qu'elle suivait bien les chevaux, ou en d'autres termes qu'elle était tirée avec une grande facilité.

Le principe de la division du poids me parait également important sous quelque point de vue qu'on l'envisage, soit relativement à l'effort à faire pour passer sur les obstacles, et inégalités des routes, ou à l'élasticité des routes et l'abaissement des roues, en raison de cette élasticité ou au frottement des essieux; soit enfin relativement à la conservation des routes elles-mêmes.

La graisse et les huiles grasses de toutes espèces préviennent le frottement; mais quelques-unes ont cette propriété à un plus haut degré. La graisse ferme a deux inconvéniens; le premier vient de l'adhérence de ses molécules, qui exigent nécessairement un effort pour être séparés; la seconde est son manque de fluidité, d'où il résulte qu'une partie de la machine peut être sèche, tandis que la graisse est déposée en tas dans un des points où elle n'est d'aucun usage. On se sert fréquemment, dans les machines, d'huiles de poisson, parce qu'elles se vendent à bas prix. Toutes ces huiles contiennent une matière glutineuse, ainsi qu'on peut s'en assurer en les mêlant dans une fiole avec une décoction d'écorce de chêne ou de

noix de galle ; et en agitant le tout, il se forme une combinaison entre le tan et la substance glutineuse. Si on laisse la fiole reposer plusieurs jours, l'huile purifiée s'élève dans le haut ; le fluide aqueux, ou la décoction de tan tombe au fond ; et la matière de cuir formée par l'union du tan et de la substance glutineuse reste dans le milieu. Il en est ainsi de toutes les huiles de poisson, même de l'huile spermatique, quoique dans un moindre dégré que celle commune de baleine. J'ai trouvé quelques-unes de cette dernière sorte qui, mêlée avec une égale quantité de décoction concentrée de quinquina, formait masse; et après un mois de repos, je n'apercevais aucune tendance à se séparer; par conséquent une grande partie de cette huile est devenue concrete.

On trouve que lorsqu'on emploie de l'huile de poisson dans les machines ou aux essieux des roues, l'huile s'évapore ou s'échappe, et la matière glutineuse reste adhérente à la machine comme de la glu, ce qui doit engager à ne pas employer de l'huile de poisson aux machines d'aucune espèce. Ce dépôt de gelée se voit aussi sur les harnais engraissés avec de l'huile épaisse de poisson, ce que je n'ai jamais observé lorsqu'on avait fait usage d'huile spermatique qui semble être entièrement absorbée par le cuir; elle ne laisse point de dépôt de gomme ou de matière glutineuse à la surface; le cuir est extrêmement clair et mou.

L'huile d'olive pure n'a aucun des principes qui rendent les autres épaisses et d'un mauvais usage pour les machines, comme l'huile de poisson, et c'est la seule substance que je connaisse qui soit bonne et sans inconvénient employée aux roues des voitures et aux machines de toute espèce. Je crois que la meilleure manière d'en faire usage est de se servir d'un petit pinceau de peintre, qu'on trempe dans une boîte d'étain, avec couvercle percé pour recevoir le pinceau. Trois ou quatre onces de cette huile, donnée au charretier, dure très longtems, parce que l'usage de la boîte et de la bonne huile empêche qu'il ne la prodigue.

Je ne pense pas que la quantité de gélatine que contient l'huile spermatique puisse en empêcher l'usage pour les roues de voitures ; mais j'ai remarqué qu'elle était si claire que les boîtes ne la retenaient pas, et que les roues ne faisaient que vingt milles sans la perdre. J'ai toutefois trouvé que l'huile spermatique devient gommeuse pour l'usage des machines à vapeur. Dernièrement je donnai une fiole d'huile spermatique, purifiée par le procédé que j'ai indiqué, à un horloger qui l'a trouvée excellente pour les pivots des montres ; mais elle était trop claire ou trop volatile même pour cet usage. Il me dit qu'elle ne tenait pas assez; mais les montres allaient parfaitement bien.

REMARQUES

RELATIVES AU SYSTÈME ACTUEL

DE

CONSTRUCTION

DES

ROUTES;

A UNE NOUVELLE MÉTHODE DE LES FAIRE ; DE LES RÉPARER ET DE LES CONSERVER ; AU MEILLEUR EMPLOI DES FONDS ; ET A LA LÉGISLATION DES ROUTES.

PAR JEAN LOUDON Mc. ADAM, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES ROUTES DE BRISTOL.

LONDRES.

1822.

DÉDICACE.

Ces remarques sont offertes et dédiées comme un hommage de mon estime, de mon respect et de ma reconnaissance, à Messieurs les trésoriers et autres Commissaires chargés de l'administration des routes à péage dans le district de Bristol, à la constance et au zèle patriotique desquels l'Angleterre doit la première et heureuse expérience d'un nouveau système d'entretien des routes.

L'AUTEUR.

INTRODUCTION.

Le mauvais état des routes à péage et autres de la Grande-Bretagne, et l'accroissement progressif et illimité des péages et des dettes hypothéquées sur les barrières, ont déterminé l'auteur a publier les remarques suivantes. Le lecteur jugera de leur mérite. L'auteur ose assurer que les faits cités ont été recueillis avec soin et plusieurs fois verifiés; que ses opinions sont le fruit de longues études et de patientes recherches et que ses méthodes quelques spéculatives et purement théoriques qu'elles paraissent, sont justifiées par la pratique. Il a été conduit à trouver et à proposer un nouveau mode d'entretien, non dans le but d'innover, mais par le désir de remédier aux inconvégraves qu'il avait constatés.

L'auteur soumet avec confiance ses observations au lecteur, lui demandant comme un écrivain célèbre, qu'il ne juge pas légèrement après quelques heures de lecture un travail de trente années.

Les remarques sur les routes seront divisées en trois parties ainsi intitulées :

Les premières, de la construction des routes.

Les deuxièmes, des commissaires et des autres employés attachés à l'administration des routes.

Les troisièmes, des fonds destinés aux routes.

REMARQUES
SUR
LES ROUTES.

PREMIÈRE PARTIE.

De la construction des routes.

Les méthodes en usage pour faire et réparer les routes sont si variées dans les diverses parties du royaume, qu'il serait impossible de les décrire toutes. On peut cependant en donner une idée générale en indiquant les matériaux que l'on trouve, et la manière de s'en servir dans chaque comté.

On employe dans le voisinage de Londres, du gravier; dans les comtés d'Essex et de Sussex, du silex; dans ceux de Wiltz, Sommerset et de Glocester, de la pierre calcaire; dans le nord de l'Angleterre et en Ecosse, du whinstone et dans le Shropshire et le Staffordshire, on mêle de gros cailloux avec du sable.

On peut faire d'excellentes routes avec chacune de ces espèces de pierres.

De tous ces matériaux le gravier mis sur les routes des environs de Londres est le plus mau-

vais, il est mêlé d'argile et les pierres sont arrondies et dépourvues d'angles, qui, dans les pierres cassées, s'emboitent les uns dans les autres et forment un corps solide.

On doit principalement attribuer le mauvais état des routes des environs de Londres, à la nature des matériaux, au défaut de soin et d'intelligence dans leur emploi, à la trop grande division des juridictions ou trusts, et aux lois et réglemens qui empêchent de transporter par eau de bons matériaux.

La Tamise et les nombreux canaux qui débouchent à Londres, donneraient la facilité d'y conduire des pierres de bonne qualité en assez grande quantité pour réparer toutes les routes des environs, et renoncer au gravier qui est de si mauvaise qualité. (1) Mais cette amélioration pour être économique devrait être entreprise dans un grand ensemble et confiée à un corps d'hommes expérimentés, habiles et recommandables.

(1) Nous ne voulons point dire qu'on ne pourrait faire une bonne route avec le gravier de Londres convenablement employé ; nous observerons au contraire que la route de Reading, dans le comté de Berkshire, qui vient d'être établie avec un gravier plus mauvais que celui de Londres, est unie et solide et n'a pas été dégradée par les voitures lourdes, même en hiver. Cependant comme on a trouvé moyen d'y faire arriver par eau des silex, on réparera cette route avec des pierres de cette espèce et un prix moitié au-dessous de celui que coûtait autrefois le gravier.

On peut faire les routes des environs de Londres aussi unies, aussi solides, aussi roulantes que celles de Bristol, et à moins de frais, parce que les matériaux, qu'on peut amener à Londres, sont plus durs, meilleurs et moins chers que ceux de Bristol.

On fait des routes excellentes, avec des pierres de silex, lorsqu'on a l'attention de les briser convenablement; faute de ce soin les routes de silex sont souvent rudes, rouagées et coûtent beaucoup d'entretien.

La pierre calcaire cassée et employée avec intelligence donne des chaussées unies, fermes et qui se consolident beaucoup plus que celles faites avec toute autre matière; mais comme la pierre calcaire en général n'est pas dure, les routes de cette espèce s'usent plus rapidement que les autres.

Le whinstone est la pierre qui résiste le mieux; aussi partout où l'on sait bien l'employer, les routes sont les plus solides et celles qui se conservent le plus long-tems.

Les cailloux du Shropshire et du Staffordshire sont très durs et donneraient d'excellentes routes, si on les employait avec intelligence.

En Ecosse, où les matériaux sont très bons, abondans et à bas prix, les routes sont cependant les plus rudes, les plus rouagées et les plus dispendieuses de la Grande-Bretagne, parce qu'on ne sait pas faire un bon emploi des excellentes pierres que ce pays fournit.

Les routes ont en général un profil défectueux, et particulièrement près de Londres ; le milieu est élevé et la forme est brisée comme celle d'un toit ; ensorte que les voitures se trouvent sur un plan incliné, très incommode, à moins qu'elles ne suivent exactement le milieu.

Pour réparer ces routes on jette à la fois une grande quantité de gravier, qui n'est ni passé à la claie, ni battu, ni consolidé ; aussi les voitures le déplacent et le rejettent de chaque côté.

Une route bien faite est facile à réparer et ne devient point raboteuse et ronagée, elle s'use et diminue d'épaisseur ; mais on la recharge successivement avec une quantité de matériaux proportionnée à celle consommée. Comme on ne fait sur de telles routes aucune dépense dans l'intervalle des réparations, à l'exception de celles nécessaires pour les aqueducs, les créances hypothéquées sont successivement réduites ; et on n'est plus exposé, comme à présent, à de grandes dépenses qui ne contribuent point aux améliorations.

Il n'y a pas de doute qu'on ne puisse faire toutes les routes du Royaume unies et solides, et les maintenir toute l'année en bon état, quels que soient les matériaux employés ; seulement leur durée sera variable et dépendra de la dureté des matériaux employés ; mais elles seront bonnes tant qu'ils ne seront pas usés ; ainsi la nature des matériaux ne doit

avoir de l'influence que sur la durée, et la dépense, et l'état des routes doit être indépendant de leurs qualités.

Malheureusement le Parlement s'est occupé du soin de conserver les routes, avant d'avoir pris les mesures nécessaires pour les rendre bonnes. Je me hasarderai à proposer, pour construire les routes, un système particulier et meilleur, fondé sur les principes de la science : on confierait cette branche, la plus importante de l'économie politique, à un corps d'hommes recommandables par leurs talens et leur caractère.

Lorsque les routes sont bien faites, il n'est pas nécessaire de beaucoup de réglemens pour les conserver. On doit, sans contredit, s'occuper de l'entretien des rigoles et aqueducs, de la répression des délits, de l'élagage des arbres et des haies, etc. Il faut par cette raison donner des pouvoirs étendus aux Commissaires ; mais on doute que les réglemens multipliés relatifs aux roues de voiture, aient d'autres résultats que de nuire aux commerçans et aux agriculteurs, en les obligeant de construire des voitures défectueuses. (1) L'auteur n'a pas remarqué

(1) L'élargissement des jantes dans une plus grande proportion que l'augmentation du poids, n'est pas une compensation ; parce que les jantes ne portent jamais sur toute leur largeur en raison de l'inégalité des routes, ou de la forme des roues. D'ailleurs la première action a lieu

de grandes différences dans les effets produits sur une route bien faite, par des roues larges ou étroites ; l'une et l'autre passent sur une route unie et solide sans laisser de traces sensibles. Il n'en est pas de même, il est vrai, lorsque la chaussée est raboteuse et rouagée ; mais dans ce cas peut-on croire que le meilleur moyen de faire disparaître les creux, les flaches et les aspérités d'une mauvaise route, c'est d'y faire passer une voiture très chargée ; et encore il resterait à examiner si cette méthode est la plus économique pour la nation. (1)

On peut établir en principe que le dommage causé à une route est en raison du poids et de la vitesse des voitures, ayant une largeur don-

---

par les clous lorsqu'ils sont saillans, et devient destructive. Souvent aussi la roue ne porte que sur une pierre de petite dimension, ou sur l'angle d'une pierre qui ne peut résister et qui se brise sous le poids. (Recherches de Henri Homer, 1767.)

On doit observer que les remarques de M. Homer, et des autres écrivains qui ont traité de la construction des routes, ne sont relatives qu'à des routes rouagées, inégales et raboteuses ; et qu'ils ne paraissent pas avoir eu l'idée d'une route à la fois forte, unie et solide. (M.[e] Adam.)

(1) On a remarqué que les roues à larges jantes, sont d'un usage si défavorable dans les campagnes, qu'elles exigent un si grand nombre de chevaux, et que leurs avantages pour les routes sont si douteux, que ni les encouragemens donnés aux roues de cette forme, ni les peines portées contre les autres, n'ont pas suffi pour en rendre l'usage général. (Recherches d'Homer.)

née de jantes ; les réglemens doivent donc être établis d'après ce fait. Le meilleur réglement pour cet objet est celui adopté dans la session du Parlement de 1816, qui ordonne de faire les roues cylindriques, droites, de 5 pouces de largeur pour les charrettes, et de 6 pouces pour des chariots de roulage. Quant aux charges, le moyen le plus simple, le plus économique et le plus facile de les constater, c'est par le nombre des chevaux de l'attelage. Le péage serait calculé de manière à augmenter beaucoup plus rapidement que leur nombre.

Les chariots et charrettes de roulage, avec roues cylindriques et droites, et jantes de 5 à 6 pouces de largeur, allant au pas suivant leur usage, ne causent pas aux routes bien faites des dommages au-dessus du montant des péages qu'elles paient. Il n'en est pas de même des nouvelles diligences à roues étroites, chargées dans le haut, et marchant avec une grande vitesse ; celles-ci causent aux routes beaucoup plus de dégâts qu'on ne pourrait en réparer avec le montant des péages perçus.

Toute roue tirée par une force appliquée à son centre, tend à glisser au lieu de tourner. Le mouvement circulaire est déterminé par la résistance de la surface sur laquelle elle est placée ; cependant cette résistance ne détruit pas entièrement la tendance à glisser, car toute roue courant sur une route, glisse ou traîne

plus ou moins, selon sa plus ou moins grande légèreté, vitesse et petitesse de jantes.

Les nouvelles diligences allant très vite et avec des jantes très étroites, ont plus qu'une autre voiture, une grande tendance à agir comme traîneau ou à glisser plutôt qu'à tourner, en raison des causes combinées qui produisent cet effet. (1)

Quand le Parlement sera parvenu à mettre les routes du Royaume dans un état satisfaisant et le plus convenable aux besoins de l'agriculture et du commerce, il devra nécessairement s'occuper des moyens de les garantir des dégradations, et de créer les fonds d'entretien en imposant chaque voiture à une somme correspondant aux dommages qu'elle aura causés.

(1) L'auteur a remarqué que les 50 passages de diligences qui vont journellement de Bristol à Bath, et réciproquement, ne produisent pas, par les péages, la somme nécessaire pour réparer les dommages qu'elles causent.

DEUXIÈME PARTIE.

Des Commissaires et autres Employés de l'Administration des routes.

Le Parlement a confié l'administration des routes à des Commissaires choisis dans la classe de la société la plus récommandable et la plus digne de remplir ces places avec dignité et fidélité. Sous ce point de vue, l'attente du public a été entièrement remplie; et tout le monde est d'accord sur les services que ces hommes respectables ont rendus au pays. Peut-être la seule modification utile qu'on pourrait faire aux réglemens relativement aux Commissaires, ce serait de décider qu'ils ne pourront être pris que parmi les propriétaires.

Mais le parlement en confiant avec tant de sagesse la surveillance des routes aux Commissaires, n'a pas rempli complettement le but de la législation; il faut encore pour les détails, des hommes instruits et laborieux qui seraient placés entre les Commissaires et les Inspecteurs actuels; ceux-ci sont en général trop ignorans et fort au-dessous de la tâche qui leur est confiée. (1)

(1) Les lois générales sur les grandes routes seraient suffisantes et rempliraient le but qu'on s'est proposé, si les Inspecteurs chargés de leur exécution, avaient l'instruction et l'intelligence nécessaires pour remplir de telles places. (Recherches d'Homer.)

Les Commissaires s'occupent avec zèle de la surveillance générale et gratuite que la loi leur confie, mais on ne peut raisonnablement exiger que des hommes riches qui ont un grand nombre d'affaires personnelles et importantes, se livrent avec une attention pénible et soutenue à la direction des travaux; car s'ils le fesaient, ils seraient obligés de renoncer à leurs affaires particulières et feraient ainsi un sacrifice trop grand pour espérer qu'un tel dévouement fut général. Le zèle et l'application de quelques uns d'entr'eux, ont fait connaître tous les services qu'on pourrait attendre d'un fonctionnaire chargé, dans chaque comté, de la direction des travaux, et convenablement indemnisé. Ce fonctionnaire rendrait compte aux Commissaires de l'exécution de leurs ordres, examinerait les travaux, arrêterait les registres tenus par les sous-Inspecteurs et certifierait les mandats à payer par les trésoriers.

Cet officier aurait sous sa direction un trust de 150 milles de longueur de routes, ce qui suffirait pour employer tout son tems. Il dirigerait les réparations ordonnées par les Commissaires, et étendrait sa surveillance sur les travaux, les contrats et sur les employés subalternes.

Le succès dépendrait entièrement du choix de ce fonctionnaire qui doit réunir à une connaissance générale du pays, une instruction étendue sur les travaux publics et occuper dans la société

un rang qui lui assure la confiance des Commissaires, et le respect et l'obéissance des subordonnés.

Les succès obtenus par des Commissaires, dans quelques parties du royaume, avaient fait penser qu'on pourrait le rendre général, en changeant le système d'administration des routes. Mais on doit remarquer que le résultat dû à quelques Commissaires actifs, zélés et libres, ne peut être exigé que d'officiers dont l'application serait un devoir, et qui veilleraient à l'exécution des ouvrages sous les ordres immédiats des Commissaires. Les services gratuits toujours temporaires et locaux, dépendent de la résidence et du genre de vie particulier des personnes, et ne remplissent jamais l'attente qu'on s'en promet. Un travail qui exige beaucoup de fatigues et de talens, doit être grandement récompensé; si le but est atteint, la dépense des appointemens ne peut être comparée aux avantages qu'on en retire.

Maintenant les Commissaires après avoir mûrement réfléchi et arrêté des mesures pleines de sagesse, sont obligés d'en confier l'exécution à des Inspecteurs pris dans les dernières classes de la société, qui agissent sans plan ni méthode; aussi faut-il attribuer à leur peu d'instruction le mauvais état des routes et le désordre des finances. On a besoin d'une surveillance supérieure, vigilante et continuelle pour assurer l'exé-

cution prompte et économique des mesures arrêtées.

On soumet à la sagesse du parlement la question de savoir, s'il ne serait pas avantageux de laisser aux Commissaires des petits truts, qui divisent malheureusement l'Angleterre, la faculté de se réunir afin de pourvoir à la dépense du traitement d'un Inspecteur général d'un talent supérieur et d'un caractère respectable, à qui on confierait la direction des travaux et la rédaction des projets d'améliorations.

Les Commissaires des routes de Bristol, en adoptant une mesure semblable ont fait connaître les services que peut rendre un Inspecteur général chargé de surveiller les sous-Inspecteurs dans tous les détails de leurs fonctions, et de prévenir le mauvais emploi des fonds. Le succès a complètement répondu à la sagesse de leurs dispositions. Les routes ont été entièrement réparées et mises dans le meilleur état pour des sommes moindres que le montant des péages. Le bon état des finances et l'accroissement des ressources, ont permis aux Commissaires d'ordonner de grandes améliorations, sans toucher aux fonds destinés à l'amortissement des dettes qui s'étaient accumulées pendant les années précédentes.

TROISIÈME PARTIE.

Des fonds destinés aux routes.

Les fonds mis par le Parlement à la disposition des Commissaires pour l'entretien des routes à péages, sont très considérables, et peuvent suffire, étant bien employés, pour payer tous les travaux nécessaires. Ces fonds se composent du produit des péages et de la valeur des corvées, ou travail en nature, dû par les habitans.

On doit conserver les mêmes ressources et continuer les mêmes droits aussi long-tems que la réparation des routes coûtera d'aussi fortes sommes. Les péages, qui donnent lieu à beaucoup d'objections, produisent immédiatement des revenus si considérables, qu'on ne peut espérer de les réduire avant qu'on ne soit parvenu, par un meilleur système d'entretien, de rendre les routes meilleures, de diminuer les dépenses et de créer un fonds pour amortir la dette énorme hypothéquée sur cette branche importante du service public.

La corvée ou travail en nature fut ordonné par le Parlement à une époque où l'on ne pouvait se procurer des ouvriers pour de l'argent, où la monnaie était fort rare, et où l'on ne connaissait aucun moyen meilleur de faire rétablir les routes.

Le travail personnel ou la corvée, employée à un service public est peu profitable, et donne lieu aux plus graves abus. L'emploi de ce pouvoir confié à une certaine classe d'hommes qu'on ne peut surveiller, est devenu un instrument de partialité et d'oppression.

Les causes qui ont déterminé le Parlement à ordonner un service personnel pour l'entretien des routes, ayant cessé, il faudrait remplacer la corvée par une cotisation en argent, ainsi qu'on l'a fait successivement avec beaucoup d'avantages en Ecosse, en rendant les divers actes sur les routes à péage. (1)

La somme totale levée pour les routes dans le royaume est à peine croyable. Le Gouvernement connaît le montant des impôts levés pour celles de paroisse, mais il ne s'est pas fait rendre compte de la somme beaucoup plus grande qu'on perçoit pour l'entretien des routes à barrière, et des capitaux empruntés pour le même objet.

L'emploi de tous ces fonds est confié en apparence aux Commissaires, mais abandonné en réalité aux Inspecteurs sur lesquels les Com-

---

(1) Il est impossible de ne pas voir que la prestation en nature ou corvée, est un reste du régime féodal ; un gentilhomme peut aussi bien prétendre que les rentes en nature sont d'un remboursement plus facile et plus équitable que de soutenir que les corvées sont le meilleur moyen de réparer les routes. (Essais d'Edgeworth.)

missaires n'ont aucun moyen efficace de contrôle; et il n'est pas douteux qu'il n'en résulte de graves abus.

Il faudrait qu'un Inspecteur général fut chargé de la surveillance des fonds, et qu'on adressât au Parlement le compte des dépenses et des recettes de chaque trust.

Les nombreuses demandes adressées à chaque session du Parlement, pour en obtenir une augmentation de pouvoir et de péage, demandes toujours motivées sur l'impossibilité de payer les dettes et de réparer les routes sans une addition, montrent assez que les fonds consacrés aux routes sont, ou insuffisantes ou mal employés. On présenta en 1815, trente-quatre pétitions de cette espèce, et en 1816, trente-deux qui passèrent sans difficulté; le comité se borna à demander la preuve de la nécessité de ces augmentations, mais ne fit aucune enquête pour reconnaître la cause de cette nécessité.

Si le Parlement ordonnait une surveillance uniforme et efficace dans l'emploi des fonds, et un rapport annuel et détaillé sur chaque trust, il reconnaîtrait si le déficit doit être attribué à la modicité, ou au mauvais emploi des produits, et pourrait alors prendre des mesures pour empêcher cet accroissement effrayant des dettes, attestées par tant de demandes et qui semblent accuser la sagesse du Parlement.

Ces considérations font penser qu'il est nécessaire de reviser les lois sur les routes à péage,

et de remplacer les anciens réglemens inutiles et oppressifs par d'autres, modifiés d'après l'état actuel de la Société. Cette révision est commandée par l'imperfection du système actuel de l'entretien des routes, par la nécessité d'en substituer un meilleur. On peut tout à la fois parvenir à rendre toutes les routes excellentes, à économiser les dépenses, à empêcher l'accroissement des dettes et à pourvoir à leur remboursement.

Quelques Commissaires, et des comités, sont parvenus par leur intelligence et leur zèle à obtenir de grandes améliorations ; mais ces bienfaits, concentrés dans leurs districts, ont cessé après la mort ou le changement des auteurs, parce qu'il manquait un Inspecteur-général intéressé à l'amélioration des routes, et à la stabilité d'un bon système.

Le mauvais état des routes, nonobstant la perte des fonds inutilement destinés à leur réparation, cause des dommages incalculables à l'agriculture, au commerce et aux manufactures par l'accroissement du prix des transports, l'emploi d'un plus grand nombre de bêtes, la fatigue des voitures, et surtout la perte de tems.

Le service dé l'entretien des routes, confié à des autorités responsables établies et dirigées par le parlement, deviendroit susceptible de plus grandes améliorations. Toutes celles ob-

tenues dans quelques cantons seraient rendues générales et tourneraient ainsi à l'avantage du public. (1)

---

(1) Depuis que cet écrit est imprimé, j'ai parcouru plusieurs centaines de milles des routes de l'Angleterre ; à peine en ai-je trouvé vingt milles en bon état. Dans plusieurs parties du royaume, et spécialement autour de Londres, les routes sont très mauvaises. Le public doit en être frappé, et tôt ou tard, la nation sentira la nécessité d'adopter des mesures efficaces.

(Essai d'Edgeworth. Préface.)

En Irlande, les routes de traverse sont incomparablement meilleures que les grandes routes ; et en général toutes les routes de cette contrée sont, sans comparaison, en bien meilleur état que celles de l'Angleterre.

(Essai d'Edgeworth.)

Les routes de paroisse, dont l'auteur s'est abstenu de parler, sont dans un état plus déplorable et sont plus endettées que celles à péage. La législation qui les régit est si vicieuse qu'on peut les considérer comme hors de la protection des lois.

On ne voit aucune bonne raison qui puisse déterminer à distinguer les routes de paroisse, et à leur donner une administration différente des autres. En confiant de même la surveillance aux soins des commissaires, et la direction des travaux à un Inspecteur-général instruit, on obtiendrait sur ces routes les mêmes améliorations que sur les autres.

Extrait d'un rapport du Comité de la Chambre des Communes en 1811.

Les avantages importans que procureraient les réparations des grandes routes, peuvent à peine être évalués. Chaque individu en retirerait plus d'agrémens et de bénéfices; les agriculteurs, les négocians et manufacturiers surtout obtiendraient, par leur industrie, de plus grands profits. Les denrées portées au marché se donneraient à plus bas prix; le nombre des chevaux employés aux transports se trouverait réduit; le public gagnerait chaque année plus de cinq millions sterlings. Les frais de réparation des routes coûteraient moins; les voitures et les chevaux, moins fatigués, dureraient plus long-tems; plusieurs milliers d'acres, maintenant destinés à la nourriture des chevaux qui ne seraient plus nécessaires pour les transports, seraient consacrés à la nourriture des hommes. Enfin, on peut dire que les avantages publics et particuliers, que procurerait la restauration de nos grandes routes et routes à péage, seraient incalculables. Mais, comme les effets sont connus de tout le monde, se répandent sur tout le pays, et influent d'une manière presque invisible et à l'infini sur toute chose, ils ne sont pas aussi bien appréciés que certaines améliorations d'une nature plus restreinte et moins générale.

APPENDICE.

Extrait des observations sur les grandes routes du Royaume par Jean Loudon M.c Adam, présenté au comité de la Chambre des Communes, et imprimé par ordre de la Chambre, le 14 juin 1811.

Les divers Comités de la Chambre des Communes, dans leurs rapports sur les routes, semblent n'avoir pris en considération que la construction des voitures, leurs poids, la largeur et la forme des roues; ils ne se sont pas occupés de la nature des routes.

Une expérience de vingt-six ans, mes voyages sur toutes les routes d'Angleterre et d'Ecosse, l'examen des divers matériaux et l'étude de leur emploi, m'ont conduit à faire les remarques suivantes :

1.° Le mauvais état des routes du royaume doit être attribué au mauvais emploi des matériaux et à la forme défectueuse des routes.

2.° Il faut pour les rétablir admettre un meilleur système de construction de la surface, et faire l'application de principes physiques qui, jusqu'ici, ont été négligés.

Pour expliquer mon opinion, j'observerai d'abord que le but qu'on doit se proposer, en faisant une bonne route, c'est de rendre la surface unie, solide et tellement plane, qu'une

voiture y soit sur une surface horizontale. Ces résultats que ne donne pas le système actuel, parce qu'on ne s'est pas assujetti aux principes de la science, peuvent être obtenus dans toutes les parties de la Grande-Bretagne.

Une route faite avec des pierres brisées, de la nature de celles qu'on trouve dans tout ce royaume, mises sur une épaisseur de dix pouces, sera unie, solide et durable.

Les matériaux qui composent nos routes ne sont pas usés, mais déplacés par l'action des roues qui agissent sur des pierres de trop fortes dimensions, la roue rencontre à chaque pas un obstacle qui doit être écrasé ou brisé, ou sur lequel elle doit monter par l'effort des chevaux: ainsi la même cause tend à détruire la route et à fatiguer les attelages, et le double effet est d'autant plus grand, que le nombre ou la grosseur des pierres saillantes, est plus considérable.

Les dimensions des pierres à employer sont indiquées, dans la plupart des marchés, d'une manière vague. On exige qu'elles soient tantôt de la grosseur d'un œuf de poule, tantôt du poids d'une demi-livre; mais cette grosseur n'est pas définie, et le volume pour un même poids dépend de la densité de la pierre; d'ailleurs dans l'exécution on ne tient point à observer ces conditions. Le diamètre d'une pierre employée à la réparation d'une route, ne doit

pas dépasser la ligne de contact d'une roue ordinaire avec une route unie et de niveau; ligne qu'on peut évaluer à un pouce; ainsi chaque pierre plus grosse employée à une route, est mauvaise.

Les routes d'Ecosse sont beaucoup plus mauvaises que celles d'Angleterre, quoique les matériaux soient plus abondans et de meilleure qualité, les ouvrages à plus bas prix, et les péages presque doubles, Cette différence vient de ce que l'art de faire les routes, c'est-à-dire, les surfaces, est beaucoup moins avancé en Ecosse qu'en Angleterre. Il a été constaté dans la dernière discussion du Parlement, au sujet des péages à payer par les malles-postes, que les routes d'Ecosse étaient dans un état déplorable et chargées d'énormes dettes.

NOTA. On sait que le Directeur général des postes a été forcé d'interrompre le service de la malle-poste de Glasgow à Ayr, à cause du taux élevé des péages et du mauvais état des routes : on compte dix barrières sur trente-quatre milles.

L'auteur ayant donné tous ses soins pendant cinq ans à la réparation des routes, a eu occasion de confirmer ses idées par l'expérience. Il n'a rien épargné pour faire profiter tout le royaume des avantages de la méthode employée avec succès au perfectionnement des routes de Bristol. Mais les efforts et les ressources d'un seul individu, ne peuvent avoir d'influence sur cette importante branche de l'économie politique; en vain a-t-on publié beaucoup d'essais pour expliquer par écrit les méthodes de construire les routes. Ce moyen a été peu efficace, parce qu'il est impossible d'apprendre un art mécanique autrement que par la pratique. Les livres ne servent à enseigner que les premières règles,

Ces principes sont : qu'une route doit être considérée comme un plancher artificiel ayant une surface forte, unie et solide, capable de supporter les plus grands poids et sur laquelle les voitures passent sans éprouver d'obstacle,

INSTRUCTIONS

Pour la réparation d'un vieux chemin, communiquées à la Chambre en 1811, *et publiées par son ordre.*

On ne doit recharger une route que lorsque l'épaisseur des pierres de la chaussée est au dessous de dix pouces.

Les pierres de la route doivent être détachées et brisées en morceaux qui ne pèsent pas au-delà de six onces.

La route ne doit avoir que peu de bombement; trois pouces de hauteur, mesurés depuis le milieu sur le côté, suffisent pour une route de trente pieds de large.

Lorsque les pierres sont arrachées, on doit les tirer sur les côtés avec un rateau à dents de fer de deux pouces et demi de long et les briser. Ayant soin de ne jamais les casser sur la route.

Lorsque les grosses pierres ont été enlevées et qu'on n'a laissé que les pierres de six onces et au-dessous, on égalise la surface par le moyen du rateau qui ramène dans le haut les pierres et fait descendre la boue dans le bas.

Quand la route est ainsi préparée, on répand, avec beaucoup de soin, sur la surface, les pierres qui ont été cassées sur les côtés; cette opé-

ration est très délicate, et le bon état de la route dépend entièrement de la manière dont elle est faite. Il ne faut pas mettre les pierres par tas, mais en poser une pelletée à côté de l'autre, en répandant le tout soigneusement et également sur une grande surface.

On ne doit entreprendre qu'un petit espace à la fois, environ sur 2 ou 3 verges courantes. L'atelier doit être de cinq hommes : deux sont employés à détacher et à tirer de côté les grosses pierres sur toute la largeur de la chaussée, à unir la route et la disposer pour recevoir les pierres cassées; les trois autres brisent les pierres. Les morceaux sont répandus aussitôt que la route est préparée. Ce travail achevé, on entreprend une autre partie semblable à la première.

La distribution du travail entre les 5 hommes, dépend nécessairement des matériaux de la route; quand il y a beaucoup de grosses pierres, les trois briseurs ne peuvent suffire à entretenir les deux hommes chargés de les détacher et de former la chaussée; lorsque les pierres sont petites, le contraire a lieu : c'est à l'Inspecteur à régler ces détails.

Quoiqu'on recommande de relever une route, faite seulement avec de grosses pierres, ou avec de grosses pierres mêlées d'argile et de craie ou autres matières, cependant il y a beaucoup de cas où il n'est pas avantageux de l'entreprendre.

Par exemple, la route entre Cirensester et Bath, est faite de pierres trop grosses, mais elles sont si friables qu'elles se réduiraient en sable si on les relevait; dans ce cas, je recommanderai d'abattre les éminences, d'aplanir la route, de la rendre très unie, et de remplacer successivement les anciens matériaux par des pierres de la meilleure qualité, convenablement brisées et arrangées.

A Egham, en Surrey, on a été obligé de relever toute la route, pour séparer la petite quantité de bonnes pierres mêlées dans la masse de matériaux tendres dont on l'avait faite; ce qui entraîna dans de grandes dépenses avant d'avoir pu établir une bonne chaussée sur la même assiette.

Beaucoup d'autres cas particuliers se sont présentés et ont nécessité l'emploi de différentes méthodes, qu'il serait long et inutile de décrire. Les détails doivent être laissés à l'expérience et au jugement des Inspecteurs chargés de veiller aux réparations, qui se dirigeront d'après les principes généraux. Les principes sont uniformes, et malgré la variété des circonstances que l'on rencontre, ils doivent toujours servir de guide.

Lorsqu'une chaussée ancienne et consolidée a besoin d'être rechargée, parce qu'elle est trop mince, il est nécessaire de piocher la surface afin que les nouveaux matériaux puissent s'unir avec les anciens.

Lorsqu'une route est nouvellement réparée, les voitures quelle que soit la construction de leurs roues, et avec quelque art et intelligence que les matériaux aient été arrangés, y font toujours des ornières jusqu'à ce que la chaussée soit consolidée ; il est nécessaire qu'une personne soigneuse soit chargée pendant quelque tems de fermer les ornières à mesure que les roues les ouvrent.

Pour faire casser les pierres le plus économiquement et le mieux, c'est d'employer à ce travail, qui ne demande que peu d'efforts, des femmes, des enfans et des vieillards; les pierres sont rangées par petits tas sur lesquels ils s'asseient, et ils les brisent avec de petits marteaux en morceaux qui ne pèsent pas au-delà de six onces.

Voici les outils qu'on doit employer :

Un fort pic avec manche court pour relever la chaussée.

De petits marteaux, la tête pesant une livre environ et large comme un schelling, avec manche court.

Des rateaux avec têtes de bois de 10 pouces de long, avec dents de fer de 2 pouces et 1/2 de long et assez forts pour tirer les grosses pierres et rendre la route unie après qu'elle a été piochée.

Des pelles legères, larges et à grands becs pour répandre les pierres brisées sur la route.

La route doit être entièrement faite de pierres brisées, sans aucun mélange de terre, de craie, d'argile et autres substances qui ont de l'affinité avec l'eau et que la gelée attaque facilement; il ne faut répandre aucune matière sur la chaussée sous le prétexte d'unir les matériaux. Les pierres cassées se rangent, s'entremèlent de manière à former une surface unie et solide, qui ne peut être altérée par les vicissitudes du tems, ni déplacée par l'action des roues. Les voitures y passeront sans produire de secousse et par conséquent de dommage.

PRIX.

On a trouvé que la dépense pour piocher une chaussée raboteuse à 4 pouces de profondeur, briser les pierres, aplanir la route, nétoyer les courans d'eau, replacer les pierres et rendre la chaussée parfaite, était de un à deux penses (2 à 4 sous) par yard (3 pieds) superficiels. La différence du prix dépend de la plus ou moins grande quantité de pierres à briser, à deux pences par yard; une route de 6 yards de larges, coûtera un schelling par yard courant, et 88 livres sterl. par mille.

Toute route raboteuse peut être rendue unie et solide à ce prix, à moins qu'elle ne soit usée, qu'elle n'exige une addition de matériaux ou des travaux considérables pour en régulariser la forme.

Les Commissaires des routes de Bristol payaient autrefois 15 pences le tonneau de pierres calcaires, ou morceaux d'environ 20 onces, et maintenant on obtient la même pierre, rendue sur les mêmes lieux, et cassée en morceaux de 6 onces, pour 10 pences la tonne; et même les ouvriers sont très empressés de passer des contrats, parce que toute la famille peut être employée à ce travail; les hommes font le plus pénible, et les femmes et les enfans sont occupés à casser les pierres avec de petits marteaux.

En Sussex, la différence entre les anciens et les nouveaux prix est encore plus grande; il en coûtait autrefois pour briser les cailloux 2 schellings par tonne, et maintenant on est parvenu, par une meilleure méthode et des outils plus parfaits, à obtenir le même travail pour 1 schelling.

Les préparations et l'emploi plus judicieux des matériaux ont conduit à ces heureux résultats; il en faut une moindre quantité, la dépense est réduite, le travail des chevaux est diminué et l'ouvrage est exécuté par les hommes, ou plutôt en grande partie par des femmes, des enfans, des vieillards qui seraient hors d'état de faire un travail pénible.

La proportion entre le travail des hommes et des chevaux était autrefois ainsi qu'il suit:

Travail des hommes, un quart.

Idem des chevaux, trois quarts.

Par le nouveau système la proportion a été exactement renversée d'après les comptes qu'on a tenus exactement pendant une demi-année, on a trouvé pour le travail des hommes, femmes et enfans, liv. st. 3088.

Pour le travail des chevaux. 1085.

Un si grand avantage n'est point local, puisque chaque comté a des routes qui toutes ont besoin des mêmes réparations ; partout on peut disposer pour cet emploi de fonds considérables, quoique jusqu'à présent on en ait fait un mauvais usage ; d'un autre côté, une foule d'ouvriers, qui manquent de travail, pourraient être utilement employés à ces améliorations.

AU TRÈS-HONORABLE

PRÉSIDENT

ET AU COMITÉ D'AGRICULTURE.

Je prie votre honorable comité de me permettre d'ajouter au rapport que je lui ai adressé sur la construction des routes, quelques observations que m'ont suggérés les effets du dernier hiver, et des expériences nouvelles qui confirment les avantages du système que je me suis efforcé d'introduire.

Pendant le dernier hiver, et particulièrement en janvier 1820, les routes, après un dégel subit et une longue pluie mêlée de neige, furent coupées et devinrent presqu'impraticables dans tout le Royaume : il en est résulté des pertes incalculables pour le commerce et l'agriculture ; le service des postes fut retardé et occasionna des dépenses extraordinaires.

Ces résultats doivent être attribués aux méthodes suivies dans la construction de ces routes ; comme elles sont poreuses et peu dures les eaux y pénètrent facilement, passent entre les matériaux séparés et grossièrement arrangés, saturent la chaussée, détrempent le sol naturel sur lequel elle repose et augmentent de volume par la gelée. Après un dégel subit,

toute l'adhérence des matériaux est rompue, la route est sans consistance, et cède aux poids des voitures qui enfoncent jusqu'au sol naturel. Il est résulté de ces effets que plusieurs routes devinrent impraticables en 1820, et que les autres furent coupées par de profondes ornières.

On a remarqué que les chaussées les plus dégradées furent celles ou la craie domine, ou qui reposaient sur un sol crayeux; parceque cette substance a une tendance à absorber et à conserver l'eau ; aussi je considère l'emploi de cette matière comme une grande faute. J'ai recommandé les précautions à prendre lorsqu'on établit une route sur un sol de craie.

J'ai surtout défendu de mélanger dans aucun cas, avec les matériaux des routes, de la craie, de l'argile ou d'autres matières absorbantes. L'expérience du dernier hiver a confirmé mon opinion et a fait voir les résultats pernicieux de l'ancienne méthode.

De toutes les routes qui ont été refaites d'après les principes dont j'ai rendu compte au comité, il n'en est pas une qui ait été rompue ou assez dégradée pour retarder la marche des voitures pendant l'hiver dernier.

Comme les routes mal faites sont sujettes à de fortes dégradations, chaque hiver, et surtout lorsqu'il est rigoureux (ce qui a lieu en Angle-

terre environ une fois sur six ou sept ans), il est de la plus haute importance de construire les routes du Royaume avec assez de soin et de solidité pour que le tems et les saisons ne puissent les endommager.

Les routes ne seront bonnes et inaltérables que lorsqu'on aura généralement adopté et mis en pratique les principes suivans : le sol naturel porte tout le poids des transports ; tant qu'il est sec, il résiste à toute charge et n'est point enfoncé ; il faut préalablement rendre le sol parfaitement sec et ensuite le couvrir d'une enveloppe impénétrable à l'eau et qui le garantisse de l'humidité. On doit donner, à la couche de pierres, l'épaisseur nécessaire pour former une toiture imperméable ; on ne doit pas considérer la chaussée comme devant résister seule à la charge, et régler la quantité de matériaux d'après cette supposition.

La plupart des défauts des routes de la Grande-Bretagne, doivent être attribués à un préjugé long-tems adopté et qui prévaut encore. On pensait qu'il suffisait de jeter une grande quantité de matériaux sur l'argile humide, dans les terrains marécageux, pour prévenir l'enfoncement ; c'est-à-dire, qu'on pouvait établir une chaussée forte et solide, sur un fonds mou, plein de sources et pénétré par les eaux de pluie.

Je croyais autrefois qu'un ouvrage semblable n'était qu'une dépense perdue, mais l'ex-

périence m'a convaincu que cette méthode est également fausse et pernicieuse.

Tous les constructeurs de route qui ont de l'habileté et de l'expérience, ont remarqué que lorsqu'on fait une chaussée de pierres de différentes dimensions, les plus grandes sont sans cesse ramenées à la surface par l'ébranlement et la pression des voitures; et que le seul moyen de prévenir ce mouvement ou bouleversement, c'est de n'employer que des pierres de mêmes dimensions depuis le fond jusqu'à la surface. Lorsque les fondations de la route sont faites avec de grosses pierres, les secousses qu'elles éprouvent et leur dérangement ouvrent des fissures et crevasses, à travers lesquelles les eaux de pluie s'introduisent.

Il est de même constaté que les chaussées qui reposent sur un fond très dur s'usent beaucoup plus vite que celles établies sur un sol mou. Ce fait a été remarqué sur les routes où, par un motif d'économie ou par d'autres causes, on n'avait pas touché aux premières couches de pierre de la chaussée; la durée était toujours plus grande lorsque le fond avait été relevé. On sait de même que les chaussées faites sur des terres marécageuses durent plus longtems que celles établies sur des rochers. D'après les dépositions reçues par le comité, la durée des parties en marais de la route de Bristol à Bridgwater est à celles des parties en rocher comme 7 est à 5.

On suit ordinairement en Angleterre, et toujours en Ecosse, la méthode suivante pour construire de nouvelles routes ; on ouvre dans le terrain naturel une tranchée dans laquelle on range de grosses pierres ; sur celles-ci on met une couche de pierres moins grosses et du poids d'environ 7 ou 8 livres chacune. Ces lits se nomment la fondation de la route et ont une épaisseur variable suivant le caprice des constructeurs ; en raison des fonds dont ils peuvent disposer. L'épaisseur des routes neuves en Ecosse, faites dans l'été de 1819, excédait quelquefois trois pieds.

Sur ces fondations, on jette, à la fois, une grande quantité de pierres brisées, mêlées de gravier, et sur une épaisseur d'un pied à 18 pouces ; cette dernière couche se nomme particulièrement la route.

On pourrait éviter plusieurs des inconvéniens de ce système si les matériaux étaient bien choisis, préparés et rangés ; mais ce travail est fait en général avec si peu de soin que la route est ouverte et poreuse comme un crible ; l'eau y passe avec facilité, traverse toute la masse, s'arrête dans la tranchée ou l'encaissement, et détrempe le fonds, en sorte que la route, exposée à l'action des changemens de tems, ne peut être maintenue viable.

Une route, établie d'après cette méthode, n'a jamais atteint le but que tout constructeur de

chemin doit se proposer; celui d'établir une surface de niveau solide, sur lequel les voitures puissent passer avec une égale facilité, sécurité, rapidité dans toutes les saisons de l'année.

S'il est généralement reconnu, ainsi que je le pense, qu'une bonne route en Angleterre doit seulement garantir le sol de l'action d'un climat humide et froid ; s'il est de même constaté que l'eau, par les effets de la gelée, et du dégel, produit les principales dégradations qu'on doit éviter; on conviendra que rien ne saurait être plus nuisible que d'ouvrir un réservoir sous les pierres, et de donner passage à l'eau qui se réunit dans cette tranchée, s'y conserve, se gêle et désorganise la chaussée par son accroissement de volume.

Quelque soin qu'on mette à faire une route artificielle, elle ne peut jamais être aussi bonne, aussi utile que le sol naturel s'il est constamment sec; il faut donc procurer cet état de siccité et le maintenir sur toute la surface du sol qu'occupe la route.

La première opération à faire, en ouvrant une route, devrait être précisément le contraire de celle qu'on pratique en ouvrant une tranchée; il faut, au lieu d'établir la route en contre-bas du sol naturel, l'élever nécessairement au dessus, au moins de quelques pouces, afin que les eaux puissent s'écouler facilement vers les terres plus basses.

Après avoir élevé la base de la route au dessus du niveau des eaux souterraines, le constructeur doit la garantir, avec le plus grand soin des eaux de pluie, en établissant une couche de pierres brisées, dures, sèches et si bien nétoyées, choisies, préparées et rangées, qu'elle soit impénétrable à l'eau. Ce résultat ne peut être obtenu qu'en séparant, des matériaux, avec le plus grand soin, la terre, la craie, l'argile et tous les autres corps qui ont de l'affinité avec l'eau. Par ces précautions, et celles que nous avons indiquées, les pierres se rangent, se serrent, s'entrelacent et forment un corps compact, solide et impénétrable à l'humidité.

L'épaisseur de la chaussée importe peu, relativement à la force qu'elle doit avoir pour supporter le poids des voitures, puisque cet objet est déjà rempli par le soin apporté de maintenir le sol sur lequel elle repose dans un état constamment sec, au moyen de cette couverture ou toit de matériaux qui la préserve de l'action de l'eau; on s'est assuré par un grand nombre d'expériences, que lorsque l'eau traverse la chaussée et arrive au sol naturel, la route quelle que soit l'épaisseur des matériaux, n'ayant plus de base solide, s'enfonce, et est ouverte par des ornières, et se détruit rapidement

La route à péage de Rownham-Ferry, près de Bristol, ayant été relevée et refaite en 1816, d'après les procédés ci-dessus, n'a plus été re-

chargée parce qu'on avait le projet d'en changer la direction ; à présent elle n'a pas plus de trois pouces d'épaisseur dans la plus grande partie, et nulle part plus de quatre ; cependant on a remarqué, en la détruisant lorsque le redressement projeté fut achevé, que l'eau n'avait pénétré nulle part; que la gelée ne l'avait pas altérée pendant le dernier hiver et que le sol naturel au dessous de la route était parfaitement sec.

Beaucoup de grandes routes ont été construites d'après ce principe, depuis trois ans, et particulièrement celle de Londres à Hoddesdon en Hertfordshire.

Aucune de ces chaussées n'a plus de six pouces d'épaisseur, et quoique la grande route nord soit fréquentée par les plus lourdes voitures, elle n'a pas été dégradée ni altérée par le dernier hiver ; tandis que dans le même tems toutes celles des environs de la capitale étaient défoncées jusqu'au sol naturel, et tellement impraticables que les diligences furent obligées de regagner Londres par des chemins détournés. Cependant il est digne de remarquer qu'on dépensait plus, chaque année, par mille, pour réparations de ces mauvaises routes, qu'il n'en a coûté pour en faire de neuves et de très belles.

Le système d'amélioration que je me suis efforcé de faire connaître, s'est répandu ra-

pidement depuis les quatre dernières années; des routes dans quinze Comtés ont été rétablies d'après ces principes, et en employant des matériaux de diverses natures; on a eu partout la précaution de séparer les parties terreuses et d'écarter les eaux; ces routes n'ont pas été dégradées par le dernier hiver, les transports ne furent nulle part interrompus et le service des malles-postes n'a éprouvé ni retard, ni dépenses supplémentaires; la longueur des parties ainsi confectionnées est déjà de plus de mille milles.

On se propose, l'année prochaine, d'exécuter un grand nombre de nouvelles routes. Puisque l'Etat doit donner ou prêter des fonds, son intervention et son assistance seraient beaucoup plus efficaces et plus favorables aux propriétaires, si ces routes sont faites d'après le nouveau système, c'est-à-dire, de la manière la plus économique et la plus convenable: On obtiendra avec la même somme un plus grand développement.

Les dépenses faites en suivant l'ancienne pratique dans la construction des routes ont, sans contredit, occasionné les énormes dettes qui pèsent sur les routes du Royaume. La plus grande partie des sommes énormes affectées dans le principe à ce service fut employée à un travail inutile et dans mon opinion pernicieux, celui des fondations. Les dettes hypothéquées

sur les fonds de toutes les routes de l'Angleterre, absorbent par les intérêts, presque tous les revenus. En Ecosse les dettes sont plus lourdes encore, aussi n'est-il pas rare dans ce pays que les créanciers des routes perdent tout à la fois l'intérêt et le capital.

Ces causes ne sont pas seulement de grandes et d'inutiles pertes, mais elles empêchent de pourvoir aux moyens de réparer les routes et surtout d'en ouvrir de nouvelles. Si on adoptait un système général plus économique et meilleur, on pourrait améliorer et étendre les communications. Maintenant les propriétaires sont retenus par la crainte d'augmenter les dépenses et par la difficulté de trouver des fonds à emprunter, et ne peuvent parvenir à faire les améliorations si désirées.

La substitution d'un pavé à une route utile et commode est une espèce de remède désespéré, conseillé par l'ignorance. On ne peut, pour adopter ce moyen, s'excuser sur la rareté et la mauvaise qualité des matériaux; parce que la même quantité de pierres nécessaires pour établir un pavé, est partout suffisante pour faire une excellente chaussée en cailloutis; et il est certain que les matériaux de la meilleure qualité nécessaires pour faire une route, coûtent moins qu'un pavé.

Plusieurs petits trusts des environs de Londres, considérant le mauvais état du gravier

et le défaut d'intelligence dans son emploi, ont cru pouvoir remédier à ces inconvéniens en pavant les routes autant que leurs ressources le permettaient. Au lieu d'employer leurs revenus si considérables, à faire venir d'excellens cailloux, ils ont dépensé pour paver leurs routes avec des pierres importées d'Ecosse, dix fois plus que des trusts voisins qui ont fait d'excellentes routes de cailloutis; et ces pavés d'ailleurs faits avec peu de soin n'ont pu se maintenir long tems dans un bon état de viabilité. Ainsi ces grandes dépenses n'ont donné aucun des résultats avantageux qu'on s'était promis. Ne doit-on pas vivement regretter que la méthode ruineuse de paver les routes prenne de plus en plus faveur dans les environs de Londres?

Cette même pratique a été adoptée dans des parties du royaume où l'on n'avait pas les mêmes prétextes pour y avoir recours. Dans le Lamashire, presque toutes les routes sont pavées; elles ont coûté des sommes énormes et sont citées par leur mauvais état. A Edimbourg où se trouvent les meilleurs matériaux du royaume et, au plus bas prix, les trusts qui ignorent l'art de construire de bonnes routes, ont aussi eu recours à la ressource des pavés; ils ont dépensé des sommes énormes et à peine croyables si on les compare à celles si différentes qu'auraient coûté les routes faites d'après les meilleurs principes.

Les avantages des bonnes routes en cailloutis sur celles en pavés, sont si généralement reconnus qu'on devrait s'opposer à l'extension de celles-ci comme à un mal réel, indépendamment de la dépense énorme qu'elles causent. Les pavés sont surtout incommodes et dangereux dans les pentes rapides, et aux abords des ponts ; ainsi qu'on peut s'en assurer chaque jour au pont de Blackfriare ; les chevaux attelés aux voitures chargées ont une peine extrême de monter, souvent ils tombent, se blessent, et il arrive à ce passage beaucoup plus d'accidens que dans aucun autre point du Royaume. Il faudrait relever les pavés, les casser et faire de leurs débris une bonne chaussée de cailloutis. Ces pavés seraient suffisans et cette opération ne coûterait pas au-delà de 10 pences (ou 1 franc) par yard carré (3 pieds) ; cette route durerait plus long-tems que les pavés et les réparations ne coûteraient pas la dixième partie de celles actuelles.

Cette méthode qui a été adoptée il y a trois ans dans les environs de Bristol, a complètement réussi, et procuré de fortes économies. Les pavés ont été relevés et brisés, et on a transformé de mauvaises routes pavées en excellentes routes en cailloutis.

Les avantages du nouveau système de réparer les anciennes routes, ont paru si frappans à tous les observateurs, et sont confirmés par des expériences faites depuis quatre ans sur de si

grandes étendues, que le public a cédé à l'évidence et a renoncé à des préjugés depuis si long-tems établis. Mais l'application des mêmes principes à la construction des nouvelles routes, a éprouvé plus d'obstacles et a été beaucoup plus limitée; et leur adoption dans ce cas exigera que les hommes les plus éclairés des comtés l'encouragent, et que les principes sur lesquels ce système est fondé, soient plus développés et connus. On espère que l'importance de cet objet fixera l'attention publique.

RAPPORT

Du Comité du Parlement sur les grandes routes du Royaume, suivi d'un extrait des principales dépositions recueillies par lui.

RAPPORT

AU

PARLEMENT.

Le comité chargé par le Parlement de prendre connaissance des actes rendus sur les routes à péage et autres grandes routes de l'Angleterre et du pays de Galles, de proposer les mesures convenables pour améliorer le système de leur construction et réparation, d'examiner les pétitions adressées au Parlement par les trusts de plusieurs comtés, et de faire de tems en tems part à la Chambre de son travail sur ces divers objets, est convenu de lui soumettre le rapport ci-joint.

Votre comité a pensé que son premier devoir devait être de donner d'abord toute son attention aux rapports rédigés par les précédens comités, nommés par vous pour le même objet, et aux documens qui y sont joints. Il a trouvé beaucoup de renseignemens scientifiques et d'observations judicieuses qui ont sans contredit contribué aux progrès de l'art de construire et de réparer des routes. Mais le but que le Parlement s'est proposé d'amender les lois, n'a pas été atteint ; les actes rédigés avec des vues neuves et meilleures et présentés pour en faire l'application à quelques localités,

n'ont pas passé en lois, et toutes les tentatives qu'on a faites pour arriver à une amélioration générale sont restées sans effet.

S'il est permis à votre comité d'assigner les principales causes qui ont fait échouer les efforts et les travaux de leurs prédécesseurs, il désignera les suivantes : les enquêtes embrassaient un trop vaste champ et trop d'objets pour arriver à une pratique immédiate et avantageuse ; la plupart des systèmes recommandés avec le plus de confiance, ne sont que spéculatifs ; les réglemens rédigés d'après ces systèmes auraient lésé fortement les intérêts des propriétaires ; et le projet le plus important communiqué à la Chambre, fondé sur une ingénieuse théorie n'a été vérifié que par des essais partiels, si même on l'a soumis à quelque expérience.

Le nouveau comité, désigné principalement pour examiner les heureux essais qu'on vient de faire d'un nouveau système de construire les routes, a jugé convenable d'ordonner un examen particulier de tous les détails de ces expériences dans les diverses localités où elles ont été renouvelées.

M. M.c Adam ayant donné tous ses soins, comme Commissaire et comme magistrat, à l'amélioration des routes, fut invité à accepter la place d'Inspecteur-général d'un trust étendu des environs de Bristol.

L'état admirable dans lequel il mit les routes dont il fut chargé fixa l'attention publique; et les Commissaires d'un grand nombre de trusts, vinrent le consulter.

Le système de M. M.c Adam a obtenu un plein succès partout où il a été employé; il a procuré de grandes économies, et fourni le moyen d'occuper utilement un grand nombre de pauvres. D'après un succès si général, attesté par le témoignage du public, votre comité pense qu'on doit attacher une haute importance à répandre ce système. Les méthodes de construction, expliquées avec clarté et simplicité par l'auteur, sont d'une application facile; mais il est nécessaire que l'Inspecteur ait beaucoup d'intelligence pour en diriger les opérations.

Votre comité a cru devoir d'abord approfondir le système d'améliorer les routes, parce qu'il est persuadé qu'on doit, avant d'en modifier la législation, prendre les mesures nécessaires pour s'assurer du meilleur mode d'établir de bonnes routes. Les principes de réparation étant adoptés; il sera facile de faire concorder les lois avec ces changemens, et il ne faudra ensuite pour les conserver, que peu de réglemens, quoique les premiers comités en aient jugé autrement.

Votre comité vous prie de lui permettre de renvoyer, pour l'explication des méthodes de M. M.c Adam, aux renseignemens joints à ce

rapport, fournis par un grand nombre de Commissaires et autres personnes qui ont été témoins des succès obtenus par ce système.

Quoique votre comité ait d'abord porté toute son attention sur l'état actuel des routes à péage, et le nouveau système de les améliorer, il ne s'est point borné à examiner les opérations et les opinions d'un seul individu. On verra dans les pièces ci-jointes qu'il a recueillies, sur les défauts des routes à péage, des documens des principales personnes intéressées à leur amélioration. On y trouvera non-seulement des détails sur le système de M. M.e Adam, dont nous avons déjà parlé, mais les opinions développées des Inspecteurs les plus renommés et des plus célèbres Ingénieurs, sous la direction desquels les plus grandes routes du Royaume ont été récemment exécutées.

Votre comité a reconnu que M. Telford a mérité les plus grands éloges par les talens qu'il a montrés dans le tracé et l'exécution des routes du Nord du comté de Galles; cependant il s'est borné à un examen rapide des projets de cet Ingénieur, sachant que le comité chargé des routes de Holydeard doit rendre un compte particulier de ses travaux.

Il est constaté par les déclarations des témoins qui ont déposé devant votre comité que les routes de l'Angleterre et du pays de Galles sont très mauvaises; mais qu'il ne manque qu'une bonne

administration pour les remettre bientôt dans le meilleur état. Votre comité annonce avec satisfaction qu'il résulte de ses recherches que le meilleur système d'améliorer les routes est aussi le plus économique; que la première réparation complète de la plus mauvaise route peut être faite avec une augmentation trés faible et presque nulle des dépenses annuelles, et qu'ensuite l'entretien dans le meilleur état procurera des économies considérables sous une administration judicieuse.

Tous ceux qui s'occupent de l'art de construire les routes sont d'accord sur ce point, que la mesure la plus urgente et la plus importante à prendre pour arriver à une amélioration générale, c'est de nommer Inspecteurs en chef des hommes connus par leur grande habileté et leur expérience consommée.

Votre comité, qui partage entièrement cette opinion, a mûrement réfléchi sur les moyens d'atteindre le but qu'on se propose, avec le moins de dépenses possible, et en portant le moins d'atteinte aux autorités et lois existantes.

On a présenté plusieurs projets, qui tous forceraient de changer l'administration actuelle des routes. Les uns voudraient subordonner la direction générale à l'un des ministéres. les autres proposent de créer un nouveau bureau de Commissaires qui seraient chargés de ce service.

Votre comité se dispensera d'entrer dans les détails des motifs qui l'empêchent de proposer l'un ou l'autre de ces plans ; quoiqu'il reconnaisse leur utilité en raison de l'unité et de la force qu'ils donneraient à l'administration.

Il est d'avis, par beaucoup de motifs importans, de laisser la direction des routes aux Commissaires actuels dont le caractère, l'expérience et les intérêts offrent les plus grandes garanties que les travaux seront dirigés avec habileté, attention et économie. Si votre comité propose, sous certains rapports, de faire concourir d'autres fonctionnaires dans l'exercice de leurs emplois, on ne peut l'attribuer à aucun motif qui puisse faire croire qu'on doute de leur jugement ou de leur intégrité.

Les devoirs d'un Inspecteur en chef exigeant des talens et une éducation distingués, la rétribution doit être proportionnée à son mérite ; les fonds des trusts des routes à péage étant trop limités, en général, pour qu'on puisse y prélever les appointemens d'un tel officier, on pourrait dans beaucoup de cas obvier à cet inconvénient par les ressources des associations volontaires ; mais lorsqu'on veut établir un système général, on ne peut le subordonner à des circonstances si précaires.

Le plan que votre comité a jugé préférable après de mûres délibérations, consisterait à donner aux magistrats de chaque comté, as-

semblés tous les trimestres, le pouvoir de nommer un ou plusieurs Inspecteurs-généraux qui auraient la surveillance générale de tous les trusts du comté sous la direction des Commissaires de ces trusts. Ces Inspecteurs se trouveraient aux assemblées des Commissaires et leur présenteraient les projets d'améliorations qu'ils feraient exécuter sous leurs ordres, après avoir été approuvés par eux.

Votre comité propose, comme le mode le plus convenable de payer les appointemens de l'Inspecteur-général, de fixer une somme par mille sur toutes les routes du comté. Les magistrats ; chaque trimestre, fixeraient cette somme qui serait payée sur les fonds de tous les trusts.

Le succès qu'on doit attendre de l'emploi des Inspecteurs-généraux dépendra entièrement de leurs choix. Les magistrats chargés de les désigner devront sacrifier tout attachement et considérations personnelles, et donner avec impartialité la préférence aux talens, au caractère énergique et à l'intégrité; et prendre en grande considération les connaissances que les candidats pourraient avoir dans la science de l'Ingénieur.

Votre comité a émis le vœu qu'on ne doit point changer les fonctions gratuites, et si honorables, des Commissaires chargés des trusts de routes à péage. Il propose, dans un seul cas,

de s'écarter de ce principe qu'il a voulu établir. Prenant en considération le mauvais état des routes autour de la capitale, le défaut de soins et d'intelligence dans leur réparation, et la grande division des trusts, il demande à la Chambre, comme une mesure de la plus haute importance, de réduire à un seul trust toutes les routes à dix milles autour de la capitale; en lui rappelant que ces trusts sont ceux qui ont donné lieu aux plaintes les plus graves portées par les propriétaires de diligence et Inspecteurs des malles-postes. Votre comité pense que s'il est nécessaire, pour rétablir ces routes, de faire venir des silex ou autres bons matériaux, et de paver le milieu en granit, ces améliorations ne peuvent être faites avec économie et efficacité sur une certaine étendue, que par un conseil unique composé d'hommes recommandables par leur caractère, leur savoir et leur réputation.

En vous proposant cette mesure, votre comité a surtout pour but, que les routes des environs de la capitale deviennent un modèle pour toutes celles du Royaume par la perfection du système employé sous la direction de l'Inspecteur-général. L'esprit d'amélioration, partant du centre, se répandra avec rapidité dans tout le Royaume et procurera les immenses avantages publics et particuliers, que votre premier comité annonçait comme devant résulter de

l'accomplissement de cette grande entreprise nationale.

Votre comité sent profondément tout ce qu'on doit de garantie aux personnes qui ont placé leur fortune dans les fonds de ces trusts, et d'égard aux Commissaires qui en ont maintenant la direction ; et conçoit avec quelle défaveur la Chambre recevrait toute proposition de créer de nouvelles places de finances, destinées à des protégés. Il est d'avis que les Commissaires actuels, qui ont sacrifié leur tems à des devoirs pénibles, soient récompensés avec justice et générosité.

Votre comité pense que si la Chambre adopte la proposition d'un bureau de Commissaires, il est convenable de placer, en tête, des personnages du plus haut rang et d'une grande réputation, afin d'assurer l'indépendance de leurs mesures, prévenir les obstacles et mériter le respect public.

La nécessité de concilier à la fois de si grands intérêts et de satisfaire à tant de convenances, exige sans doute une profonde méditation sur les meilleures mesures à prendre. Mais votre comité, plein de confiance dans la sagesse et la sagacité de la Chambre, ne doute point qu'elle ne parvienne à surmonter toutes les difficultés sans commettre d'injustices et sans hasarder des innovations dangereuses.

Il paraitrait convenable d'établir le comité

central par un bill particulier et spécial, et de comprendre dans le bill général destiné à amender les lois sur les routes à péage, la clause qui donnerait aux magistrats le pouvoir de nommer un Inspecteur-général.

Votre comité a examiné, avec beaucoup d'attention, s'il était préférable d'amender les lois actuelles sur les routes par des actes supplémentaires, ou de refondre les anciennes lois dans un seul acte qui comprendrait ce qu'elles ont de bon, et toutes les additions jugées utiles.

Sur cette question le comité de 1811 avait pensé qu'il était nécessaire de combiner les anciens et les nouveaux réglemens, et de faire un seul code divisé en deux sections; l'une relative aux grandes routes, et l'autre aux routes à péage; mais il a observé que ce travail exigeait plus de tems, de connaissances et d'expérience qu'on ne pouvait en attendre de personnes qui n'avaient pas l'habitude de rédiger les lois.

Votre comité n'hésite pas à déclarer que tant qu'on ne remplira pas cette tâche, quelque difficile qu'elle soit, la législation sur les routes sera toujours incomplète, incertaine, et donnera lieu aux plus graves inconvéniens. Il ne doute pas que la Chambre ne partage l'opinion qu'une si grande tâche ne peut être remplie, si le Gouvernement n'intervient point, et ne dédommage pas ceux qui devront consacrer leur tems à un travail aussi long et si difficile. Il espère que la

Chambre voudra bien, dans le même but, nommer un nouveau comité, qui trouvera des matériaux utiles pour la rédaction d'un tel bill.

Votre comité n'a pas négligé de s'occuper de quelques améliorations que le nouveau bill doit embrasser.

Il n'est pas un objet qui mérite davantage de fixer l'attention de la Chambre, que le réglement des dépenses que coûtent les actes ou le renouvellement des actes pour les routes à péage. On pourrait diminuer les frais en comprenant, dans un acte général, les articles généraux communs à tous les trusts, et en dispensant les témoins de venir à Londres, donner à la Chambre les renseignemens qu'elle peut se procurer de toute autre manière. Mais un plus grand avantage résulterait surtout de la prolongation de la durée de ces actes et de l'exemption des droits pour leur renouvellement.

Il paraît avantageux et indispensable dans l'intérêt public et dans l'intérêt particulier de supprimer les prestations en nature ou corvées, et de les remplacer par des taxes. Il restera ensuite à décider d'après quelles bases ces taxes devront être levées et partagées entre les grandes routes et les routes à péage.

Il est généralement reconnu que les réglemens qui accordent des exemptions de péages aux voitures à jantes larges doivent être supprimés ou modifiés, parce que les dommages cau-

sés par leurs poids excessifs, qui écrasent les matériaux des routes, ne peuvent être compensés par les avantages imaginaires de ces roues qu'on suppose devoir aplanir les chaussées.

Sans entrer dans la discussion relative aux roues coniques, en baril et cilyndriques, il est bien évident que la petite partie de la surface en contact des roues de la première espèce avec le sol, ne peut leur donner l'avantage d'un rouleau. Lorsque ces exemptions nuisibles auront été abolies et que les péages, pour les charrettes et charriots à roues de moyenne largeur, seront réglés en proportion de leurs poids ou du nombre des chevaux, on ne sera plus tenté de mettre d'énormes charges, et il est probable que les nouvelles habitudes que l'intérêt particulier fera prendre, dispenseront de fixer les limites du poids que chaque voiture doit porter.

Il paraît indispensable de faire un nouveau réglement relatif à la conduite des percepteurs de péage et à la responsabilité des propriétaires de voitures pour les amendes imposées à leurs domestiques.

Votre comité a ainsi passé en revue la plupart des objets soumis à son examen, mais il observe de nouveau que pour rédiger et présenter dans une forme convenable les améliorations à faire, élaguer des anciens actes tout

ce qui est défectueux, choisir ce qui est utile, concilier les choses contradictoires et présenter une législation complète, il a nécessairement besoin de l'assistance des hommes les plus habiles. Votre comité, après avoir profité de l'autorisation que vous lui avez donnée de vous présenter partiellement le résultat de ses recherches, continuera à réunir des matériaux qui pourront servir à accomplir cette entreprise importante.

Vous remarquerez que votre comité s'est d'abord borné à l'une des branches de l'ouvrage que vous lui avez confié, ayant pensé qu'il ne devait point fatiguer son attention et partager la vôtre, en embrassant à la fois un trop grand nombre d'objets. Il a voulu restreindre ses premières recherches pour arriver à un résultat confirmé par l'expérience.

Si la Chambre adopte la proposition de renouveler le comité à une autre session, celui-ci devra naturellement s'occuper de grandes routes, aussitôt qu'il aura mûri et arrêté le nouveau projet de législation des routes à péage.

25 juin 1819.

EXTRAITS

Des dépositions reçues par le Comité.

EXTRAITS

Des dépositions reçues par le Comité du Parlement.

Charles Johnson, écuyer, est appelé et examiné.

Vous êtes Inspecteur et Surintendant des malles-postes, sous le Directeur général des postes? — Oui. — Avez-vous examiné, dans l'exercice de vos fonctions, l'état des routes du Royaume? — Je me suis occupé en général de cet objet, mais j'y ai porté une attention particulière quand il m'est arrivé des plaintes sur le retard éprouvé par les malles.

Pensez-vous que le mauvais état des routes doit être attribué à quelques circonstances locales ou au mauvais emploi des fonds et des matériaux? — Je pense qu'il faut surtout l'attribuer au défaut d'intelligence dans la construction et la réparation des routes.

Avez-vous remarqué des portions de route réparées par des travaux faits avec plus d'intelligence? — L'hiver dernier la malle-poste d'Exeter était retardée par le mauvais état de la route; je portai des plaintes aux trusts et je pris des informations. J'appris alors qu'on avait mis huit pouces d'épaisseur d'un gravier

qui n'avait pas été passé à la claie, dans toute la traversée de la ville de Egham, où les malles perdaient 20 minutes. Depuis ce tems cette route a été mise sous la direction de M. Mc Adam, réparée par lui, et dès-lors nous n'avons plus éprouvé de retard, ni reçu de plaintes.

M. William Waterhouse.

Vous êtes propriétaire de beaucoup de malles-postes et de diligences ? — Oui.

Pensez-vous que le montant des péages perçus serait suffisant pour remettre les routes en bon état, si les réparations étaient faites convenablement ? — Autant que je puis en juger par la connaissance que j'ai des produits et des travaux, je suis convaincu que les sommes perçues sont suffisantes pour mettre les routes en bon état ; par exemple, le trust de Daventry produit plus de 100 liv. sterl. par mille et par an, et cependant on n'a fait que peu d'amélioration et les routes sont dans le plus mauvais état.

Attribuez-vous le mauvais état de ces routes au manque de bons matériaux ou d'intelligence dans leur emploi ? — A l'une et à l'autre de ces causes ; les matériaux ne sont pas bons et les personnes chargées de ce service sont très négligentes.

Ne pensez-vous pas que ce soit un défaut de placer beaucoup de gravier dans le milieu et

de rendre les routes trop convexes ? — Oui, certainement je pense qu'elles sont trop épaisses et trop élevées dans le milieu ; il n'est pas nécessaire de les faire si bombées.

Avez-vous connaissance que ce bombement ait produit des accidens ? — Oui, beaucoup d'accidens sont arrivés à mes voitures et à celles des autres propriétaires, parce que la route était trop élevée dans le milieu.

Les péages ont-ils beaucoup augmenté depuis quelques années par de nouveaux actes du Parlement ? — Ils ont doublé depuis 15 ans.

Avez-vous calculé le péage moyen que paie par mille une diligence à quatre chevaux ? — Le péage moyen dans tout le Royaume peut être évalué à 3 1/2 d. par mille (7 sols) ; il était il y a un an de 3 d. (ou 6 sols.)

Avez-vous remarqué que vos chevaux de relais dans les 50 premiers milles de Londres, durent moins de tems que ceux qui font le service à une plus grande distance ? — J'ai reconnu que mes chevaux employés dans les 50 premiers milles ne durent pas au-delà de quatre années, tandis qu'à une plus grande distance ils durent six ans.

Etes-vous souvent obligé de mettre six chevaux à vos diligences sur les routes de Londres ? — Très souvent, et nous le faisons partout où la route est mauvaise ; je puis même assurer qu'il faut mettre sur la route de Londres à Bir-

mingham douze chevaux, et qui ne font pas par heure un plus grand nombre de milles que huit sur celle de Birmingham à Holyhead.

Combien avez-vous de chevaux de diligence ? — Environ 400.

Connaissez-vous les nouvelles routes faites dans le nord du pays de Galles par M. Telfort ? — Je les connais.

Pensez-vous que trois de vos chevaux tireraient la malle de Holyhead, avec autant de facilité que quatre attelés à la même malle sur la route de Londres à Dunekierk ? — Je n'en doute nullement.

La bonté de cette route vient-elle de sa bonne construction ou de la bonté des matériaux ? — De l'une et de l'autre de ces causes. La route est on ne peut pas mieux faite, et les matériaux sont excellens.

Qu'avez-vous remarqué de particulier dans les constructions ? — Ces routes ont une pente suffisante pour que les eaux de pluie puissent s'écouler; elles ne sont pas trop élevées, et leur extrême perfection vient de leur très faible bombement; je n'ai jamais vu de route si bien faite.

M. William-Horne.

Vous êtes propriétaire d'un grand nombre de malles-postes et de diligences ? — Oui.

Pourriez-vous dire au comité, si vous avez remarqué sur quelques routes des amélio-

rations importantes ? — La principale, c'est entre Londres et Hounslow ; cette route était citée comme une des plus mauvaises, elle est maintenant très bonne.

Pensez-vous que l'emploi des matériaux est bien entendu ? — La construction de la route a été très-bien faite, et on s'est procuré de meilleurs matériaux par la navigation ; ce travail excellent a coûté moins que le gravier qu'on employait avant.

D'après votre expérience, pensez-vous que la bonté des routes dépende plus des localités, que de l'expérience et de l'intelligence des Inspecteurs qui en sont chargés ? — Leur état dépend surtout des Inspecteurs ; la route de Douvres en donne la preuve. Autrefois elle était très mauvaise, maintenant elle est excellente, parce que la direction générale en a été confiée à M.r Collis, qui est maintenant occupé à faire des améliorations analogues sur la route de Bristol ; il coupe les hauteurs, diminue les pentes et fait de très bonnes routes.

Trouvez-vous que vos chevaux s'usent plus vite sur les routes voisines de Londres qu'à une plus grande distance ? — Beaucoup plus vite. J'emploie 400 chevaux, et je suis obligé chaque année d'en remplacer 140 ; je suis convaincu que tous mes chevaux sont usés en trois années: A une grande distance de Londres mes chevaux durent le double.

Connaissez-vous la route de Réading, réparée sous la direction de M. M.c Adam ? — C'est une très belle route ; c'est la meilleure de toutes celles de ces contrées.

Faites connaître au comité le poids de vos malles postes, diligences de poste, grosses diligences ? — Les postes et malles postes ne pèsent jamais plus de deux tonnes (4 milliers.)

Je n'ai que deux grosses diligences sur quarante, et je ne m'en sers que rarement, et dans ce cas, elles ne sont que peu chargées, et ne pèsent pas beaucoup au-delà ; cependant on peut les évaluer ainsi : 12 voyageurs, une tonne, la voiture une tonne, et les bagages 1/2 tonne, en tout deux tonnes et demie (cinq milliers.)

Le trop grand bombement des routes a-t-il occasionné des accidens à vos voitures dans les environs de Londres ? — Il est arrivé des accidens très fâcheux lorsque les chevaux passaient d'un côté à l'autre de la route ; il faut les attribuer à la trop grande convexité de la route.

Jean Eames.

Vous êtes propriétaire de plusieurs auberges et de beaucoup de malles postes, diligences ? —Oui.

Combien avez-vous de chevaux ? — Trois cents.

Quelle est la durée, terme moyen, de vos

chevaux employés dans les environs de Londres ? — Environ trois ans.

Quelle est celle de vos chevaux qui font un service plus éloigné ? — A peu près le double.

Avez-vous connaissance d'une route qui ait été bien améliorée, et du nom de l'Inspecteur? — Celle de Londres à Guildfort, par M. Baker. Il a choisi de meilleurs matériaux que le gravier, a fait venir surtout du silex qu'il a brisé, et a si bien réparé cette route qu'elle ne paraît plus la même. Je fais plus facilement seize milles qu'auparavant douze milles.

Avez-vous remarqué que les chevaux employés sur cette route durent davantage ? — Beaucoup plus.

Si toutes les routes étaient améliorées, les voyageurs paieraient-ils moins ? — Beaucoup moins, parce que le remplacement des chevaux est une dépense considérable qui serait en partie diminuée.

Vendredi 21 mai 1819.

M. George Botham.

Vous êtes propriétaire de malles-postes et de diligences ? — Oui.

Combien avez-vous de chevaux ? — Plus d'un cent.

Avez-vous examiné la route de Rewbury à Londres, et savez-vous les améliorations qui ont été faites et sous quelle direction ? — M. M.c Adam a fait de grandes améliorations entre Marlboroug et Twyford. Cette route est très

bonne et les chevaux éprouvent beaucoup moins de fatigue.

Considérez-vous le système de réparer les routes, adopté par M. M.c Adam, comme supérieur aux autres? — J'en suis certain, et même il n'y a pas de comparaison.

L'adoption générale de ce système serait-elle très profitable aux propriétaires de diligences et au public? — Certainement, beaucoup.

M. Fromond n'ayant pu se rendre au comité pour répondre à ses interrogatoires, il lui a adressé la lettre suivante:

Thatcham, mai, 1819.

Messieurs,

Je crois qu'il est de mon devoir de vous faire connaître mon opinion sur le système de construction et de réparation des routes, établi par M. M.c Adam. D'après ce que j'ai remarqué sur les cinq cents milles de routes que mes diligences parcourent chaque jour, son plan consiste : 1.° à nétoyer et passer le gravier; 2.° à briser les pierres; 3.° à préparer la route pour les recevoir; 4.° à les étendre avec art sur la route. C'est en tout la meilleure méthode que j'ai vu employer depuis 50 ans que j'ai des diligences. J'ai éprouvé auparavant beaucoup de pertes et d'accidens, parce que la couche de gravier était trop épaisse et trop élevée dans le milieu de la route, et j'ai perdu par cette raison plusieurs centaines de chevaux. Je ne

crains pas d'avancer que si le plan de M. M.c Adam était généralement adopté dans tout le Royaume, le public voyagerait plus rapidement, plus commodément et à beaucoup plus bas prix. Je suis persuadé que les chevaux ont plus d'un tiers de moins à tirer sur les routes de M. M.c Adam que sur les autres. En résumé, mon opinion sur le système de M. M.c Adam, est, que, s'il était généralement adopté, il serait aussi favorable aux voyageurs qu'aux propriétaires de diligences ; il diminuerait d'un tiers le travail des chevaux et les dépenses des messageries, et dans le même rapport le tems et les frais de voyage.

Jeudi, 4 mars 1819.

Jean Loudon M.c Adam est appelé et entendu.

Vous avez sous votre inspection un district considérable de routes à péages, dans le voisinage? — Environ 180 milles.

Pendant combien de tems avez-vous dirigé votre attention sur l'état des routes publiques du Royaume et sur les moyens de les améliorer? — Pendant 26 ans.

Etes-vous Ingénieur civil de profession? — Non.

Faites connaître au comité l'état des routes à barrières, lorsqu'elles fixèrent d'abord votre attention, il y a environ vingt ans? — Je pense que les routes du Royaume étaient en général plus mauvaises, il y a vingt ans, qu'à présent,

et beaucoup plus mauvaises dans certaines localités. Si le comité le désire, je lui ferai connaître ce qui m'a conduit à ces considérations. A mon premier débarquement d'Amérique, en 1783, on construisait des routes en Ecosse, avec peu d'intelligence et de soin. On m'y nomma Commissaire, et j'eus occasion dans mon emploi d'en parcourir un grand nombre, alors entreprises. Je cherchai à découvrir la meilleure méthode de construire les routes, et à me rendre compte des dépenses à faire. Nommé, depuis, Commissaire des routes de Bristol, leur mauvais état me détermina à proposer aux autres Commissaires de prendre la direction des travaux, en qualité d'Inspecteur-général, leur faisant observer qu'il était difficile à un simple Commissaire d'entreprendre l'amélioration des routes avec espoir de succès, et surtout impossible à un simple particulier de faire les dépenses que nécessitent des expériences sur une grande échelle. Les routes de Bristol furent en conséquence mises sous ma direction en janvier 1816.

C'est alors que vous avez été nommé Inspecteur? — Oui.

J'avais voyagé pendant vingt ans pour connaître les meilleures routes du Royaume et les meilleures méthodes de construction, et j'avais recueilli les renseignemens que peut se procurer une personne sans mission. Je remarquai que les routes, en général, mal en-

tretenues, étaient, sur quelques points d'un comté, en plus mauvais état que sur d'autres. Une des causes principales de leur destruction me paraît être l'usage d'un mélange de craie et d'argile et autres matières, qui ayant de l'affinité avec l'eau, s'en saturent et gêlent facilement. Sur de telles routes, qui sont molles quand le tems est humide, les roues déplacent facilement les matériaux, pénètrent dans la chaussée et ouvrent des ornières profondes; aussi les peines qu'on a prises dans les dernières années, les dépenses excessives qu'on a faites n'ont pas produit des améliorations proportionnées aux sacrifices, parce que les conducteurs de ces travaux manquent d'intelligence et d'instruction. Les routes du sud du pays de Galles, par exemple celles de Cornwal, de Vonshire Oxfordshire, etc., et surtout les routes pavées de Lancashire absorbent des sommes considérables sans être sensiblement meilleures.

Je citerai au comité quelques routes, mais en petit nombre, dont l'état et le système d'aménagement sont meilleurs dans le Somersetshire et Yorkshire. La différence de taxes qui sont ici très modérées est frappante; et j'ai toujours remarqué que plus les routes sont soignées et bonnes et plus les droits de barrières sont faibles; que l'état de ces dernières routes doit être attribué à la plus grande in-

telligence des Inspecteurs, à l'attention qu'ils donnent au choix et à la préparation des matériaux, et aux précautions prises en les répandant sur la surface de la chaussée.

Doit-on attribuer la supériorité des routes que vous avez citées à la meilleure qualité des matériaux ? — Non, car on a des matériaux semblables dans plusieurs parties du Royaume, où les routes sont très mauvaises.

Vous attribuez donc le mauvais état des routes au mauvais emploi des matériaux ? — Oui.

Vous l'attribuez aussi au mode de construction ? — Je considère la construction comme faisant partie de l'emploi des matériaux.

Avez-vous remarqué un esprit d'amélioration dans le mode d'entretien des routes ? — J'ai vu des progrès rapides, particulièrement dans les districts occidentaux. Trois cent vingt-huit milles ont été réparés, rectifiés ou le sont maintenant d'après mes instructions, sous ma direction, ou celle de ma famille.

J'ai été consulté par trente-quatre Commissaires différens, autant de trusts et par treize comtés, qui ont perfectionné le système de réparation. J'ai instruit en outre beaucoup d'Inspecteurs et sous-Inspecteurs.

Avez-vous porté votre attention sur les routes des environs de Londres? Pourriez-vous dire au comité, si on a opéré des améliorations sensi-

bles dans ce district? — On a moins fait d'améliorations aux routes des environs de Londres que dans les comtés. Cependant l'exemple donné en réparant les ponts de Londres et de Westeminster a été profitable; on a brisé les pierres avec plus de soin, et employé les marteaux, les rateaux et autres outils recommandés; mais l'amélioration générale est presque nulle; j'ignore du reste si le système a été perfectionné sous le point de vue des dépenses, si on s'est occupé des moyens d'avoir de meilleurs matériaux, et si on emploie des Inspecteurs plus instruits.

D'après votre expérience, les améliorations donnent-elles lieu à une augmentation ou à une diminution de dépense? — En général, les améliorations produisent des économies. Dans le trust de Bristol, qui a cent quarante-huit milles de routes, on a fait pendant les trois dernières années des améliorations considérables, durables et dispendieuses; cependant on est parvenu à éteindre une dette flottante de 1400 livres sterlings et à réduire la dette principale; tandis que pendant les vingt années précédentes, ce même trust s'était endetté de 43,000 livres sterlings dans le Sussex; les routes de neuf trusts ont été améliorées pour des sommes beaucoup moindres que celles dépensées auparavant, et dans une assemblée générale de trusts, on a voté des remercîmens à

lord Chichester, pour avoir introduit un système auquel le pays doit l'amélioration des routes et les plus grands avantages.

Pensez-vous que votre mode d'aménagement soit également applicable dans les pays où les matériaux sont mauvais comme dans ceux où ils sont bons, et qu'on puisse y obtenir une économie semblable ?

Je crains, Messieurs, qu'on ne suppose que j'aie un mode particulier d'aménagement, ce qui n'est certainement pas et ne saurait être. J'ai dû varier, pour chaque route, ce mode, en raison de la situation des routes et des finances. Les routes d'Epsom, celles de Réading ont été construites avec solidité, à meilleur marché qu'auparavant, et les péages ont été réduits.

Une des routes de Bristol, vers Old-Down, de onze milles de longueur, m'a été confiée en octobre 1816, je l'ai fait réparer avec des matériaux de si mauvaise qualité, qu'on ne supposait pas qu'il fût possible d'obtenir une bonne chaussée; la dépense n'a été que de 600 livres sterlings, et cette route est encore dans ce moment l'une des plus belles d'Angleterre.

Faites connaître au comité les meilleurs moyens à employer pour l'amélioration des routes de tout le Royaume? — Cette question embrasse deux choses distinctes; l'une mécanique, ou le travail des routes, et l'autre admi-

nistrative, l'emploi des fonds. Je pense qu'on ne pourra obtenir de perfection dans la partie mécanique de la réparation des routes qu'en formant de plus habiles sous-Inspecteurs. Il faudrait choisir des jeunes gens accoutumés aux travaux agricoles et leur donner l'instruction convenable, par une pratique de plusieurs mois, et par un travail manuel sous les ordres d'excellens constructeurs de routes; car ce n'est point avec des livres que de telles connaissances peuvent s'acquérir. Des jeunes gens habitués aux travaux de la campagne deviendraient facilement de bons constructeurs de routes; leurs occupations journalières leur font apprécier la valeur du travail des hommes et des chevaux. Mais je ne dois pas laisser ignorer au comité, que la connaissance de l'art d'améliorer les routes, ne suffirait pas pour réformer les graves abus qui existent presque partout dans l'aménagement des routes et l'emploi des fonds. On ne peut y remédier qu'en créant des officiers d'un rang élevé, qui aient la confiance et l'appui des Commissaires, et exercent une surveillance active et constante sur les travaux et les dépenses des sous-Inspecteurs. Ce n'est que par de telles mesures qu'on pourra prévenir la dissipation des deniers publics, qui est à peine croyable, tant elle est grande. Je l'évalue à plus du huitième de la dépense totale dans les comtés, et à une proportion beaucoup

plus forte dans les environs de Londres. Par dissipation des fonds, j'entends tout mauvais emploi; j'ai remarqué en général qu'on mettait sur les routes une couche beaucoup trop épaisse de matériaux, et c'est cette fausse mesure qui occasionne en grande partie la dissipation des fonds publics. J'attribue ces pertes, bien plutôt à l'erreur et à l'ignorance, qu'aux abus de pouvoir de ceux qui sont chargés de ce service.

Veuillez informer le comité, de quelle manière vous entendez que le travail des hommes, des femmes et des enfans, doit être substitué à celui des chevaux? — J'ai remarqué en général que la quantité des matériaux apportés sur les routes est trop considérable, ce qui augmente le travail des chevaux, et que ceux qui existent pourraient suffire à l'entretien pendant plusieurs années, s'ils étaient convenablement préparés et employés, par un travail que peuvent faire des hommes, des femmes et des enfans. Les hommes disposeraient la route, piocheraient la chaussée, la défonceraient; les femmes, les enfans, les vieillards retireraient les pierres et les casseraient, opération qu'on aurait dû faire en construisant la route.

A quelle profondeur pensez-vous qu'il soit nécessaire de piocher une ancienne route pour en relever les matériaux? — Cela dépend de plusieurs circonstances, mais en général quatre

pouces suffisent. Je retire les matériaux sur quatre pouces d'épaisseur, et je les replace avec soin après avoir fait briser les plus gros.

Veuillez expliquer au comité la méthode de briser les pierres, qui permet d'employer à ce travail, des hommes, des femmes, et des enfans ? — La grosseur des pierres qu'on retire des anciennes routes est telle, que des femmes et des enfans peuvent les briser avec de petits marteaux. Ils doivent être assis, parce que j'ai reconnu que des personnes assises brisent plus de pierres, et peuvent se servir de plus petits marteaux, que si elles étaient debout; cette observation s'applique à tous les matériaux.

Votre système qui consiste à rompre et à relever les chaussées, peut-il également s'appliquer aux routes en gravier, ou n'est-il relatif qu'à celles faites de pierres dures? — On n'obtiendrait pas de résultat satisfaisant, en appliquant ce système aux routes en gravier et à quelques autres dont je parlerai. La distinction doit être laissée à la discrétion des Inspecteurs. Lorsque je fus chargé de la route des environs de Reading, je ne la fis point piocher et relever, je me bornai à faire enlever et briser les grosses pierres saillantes dont les morceaux furent ensuite mis avec soin sur la surface. Je m'attachai à rendre cette route parfaitement unie et nette.

Je m'occuperai maintenant d'une route en gravier :

J'ai exigé que le gravier neuf fût passé et séparé des corps étrangers, que les plus gros cailloux fussent brisés, et qu'on ne mît sur la route qu'une couche de deux pouces à la fois, et quand ce lit était consolidé on en posait un second de matériaux bien nettoyés, et ainsi de suite jusqu'à ce que la surface eût acquis de la ténacité et fût devenue douce, forte et solide, ce que les postillons expriment par ces mots :

On court franchement ; la roue vole rapidement, la roue vole sur le clou.

L'état de l'atmosphère a-t-il de l'influence sur cette route ? — Aucune sensible.

Avez-vous remarqué qu'on emploie sur les routes en gravier, les matériaux, sans discernement ? — Je ne me rappelle pas avoir parcouru une seule route où l'emploi du gravier soit fait avec intelligence et talent.

Avez-vous adopté la méthode de laver le gravier ? — Non, je la crois plus dispendieuse que nécessaire.

Pensez-vous qu'il en coûte plus de laver que de nettoyer le gravier ? — Beaucoup plus, et j'ai une objection à faire contre ce procédé du lavage, relativement au gravier des environs de Londres. Une partie terreuse y adhère si fortement qu'un lavage ordinaire ne saurait

l'en séparer. La terre n'est détachée du gravier que par les effets réunis de l'eau et de la circulation, ce qui rend les routes des environs de Londres si boueuses. Mais il serait impossible de faire le départ de la terre et du gravier, par le moyen de l'eau seule, ainsi que je m'en suis assuré par des expériences.

Quelles sont les pratiques vicieuses que vous avez remarquées et qui vous ont fait dire qu'on faisait un mauvais emploi du gravier sur les routes ? — J'ai remarqué que le gravier est mis sur les routes sans avoir été suffisamment passé, qu'on ne brise point les gros cailloux, que le gravier est jeté sans soin sur le milieu de la route, d'où il est entraîné sans difficulté sur les bords.

La meilleure méthode de faire les routes consiste, selon moi, à étendre avec art une couche de pierres cassées qui s'unissent par les angles, forment une surface dure et solide, résistent à la pression et restent dans la même place où elles ont été mises. D'après cela, je pense que c'est une faute de verser à-la-fois sur une route une grande quantité de gravier qui doit être déplacé et mis long-tems en mouvement avant de pouvoir être utile.

Pour obtenir les avantages que vous attribuez à l'effet des angles des pierres cassées, il doit être plus avantageux, dans votre système, d'employer les plus grosses parties de

gravier et de les briser? — Certainement, je pense en outre qu'en tirant du gravier dans les carrières près de Londres et dans les lieux où il est mélangé de terre argileuse fortement adhérente, je recommanderais de passer à une claie claire, de laisser dans la carrière le sable et toutes les parties fines, et de ne prendre que les plus gros cailloux qui pourraient être brisés, dans le double but d'avoir des morceaux anguleux et de séparer par cette opération la terre du gravier.

Il est aussi d'autres cas où l'on ne doit pas piocher et relever la chaussée; il en est encore d'autres où il serait nuisible de piocher et de relever la route; celle de Cirencester à Bath, par exemple, est faite de pierres si molles et de nature si friable, qu'elles se réduiraient en sable, et il ne resterait que peu de matériaux bons à être réemployés. J'expliquerai comment je suis parvenu à confectionner cette route; je me bornai à faire piocher sur les côtés une couche mince qui fut enlevée; mais dans le milieu, je fis déblayer et emporter tous les matériaux; je trouvai le sol coupé de sillons avec creux profonds; je fis niveler le terrain, passer à la claie, sur les côtés, les anciens matériaux, replacer au centre ceux qui se trouvèrent bons, et j'y ajoutai la quantité nécessaire de bonnes pierres.

Savez-vous si la méthode que vous venez de décrire a occasionné une augmentation ou

une diminution dans la dépense ? — Je pense que les frais, y compris les appointemens du nouvel Inspecteur, ont été moins élevés que pendant les années précédentes.

Dans la construction des routes dont vous êtes chargé, donnez-vous la préférence à la forme convexe ou plate ? — Je pense qu'une route doit être aussi plate que possible, ayant toutefois assez de bombement pour que les eaux de pluie puissent s'écouler facilement, parce qu'il est nécessaire que les voitures restent droites et parcourent un plan qui se rapproche le plus possible de l'horisontal. J'ai généralement donné un bombement de trois pouces sur les routes de 18 pieds de largeur, ce qui est suffisant pour le libre écoulement des eaux, lorsque la route est unie et bien construite.

Ne pensez-vous pas que le milieu d'une route plate s'affaisse et que l'eau y séjourne ? — Certainement non.

Quand une route est plate, les voitures ne suivent pas le milieu, comme lorsqu'elle est très convexe; dans ce dernier cas, les charretiers s'écartent le moins possible de l'axe de la route, parce que c'est le seul moyen de maintenir les roues de leurs chariots sur un plan horisontal; il en résulte que la route est bientôt coupée par trois ornières; l'une ouverte par les chevaux et les deux autres par les roues

qui passent toutes par les mêmes traces. Les eaux de pluie se réunissent dans les ornières et ne peuvent s'écouler.

J'ai remarqué qu'il séjourne plus d'eau sur une route très convexe, que sur une route raisonnablement plate.

Quelle doit être la largeur de la chaussée sur une route à péage ? — Cette largeur doit varier en raison de la situation où elle se trouve; près des grandes villes les routes doivent avoir plus de largeur que dans les comtés éloignés, et au moins 30 à 40 pieds. Mais à une certaine distance des grandes villes ce serait perdre inutilement beaucoup de terrain que de donner cette dimension.

Vous proposez-vous de donner à quelques-unes une largeur de 30 pieds ? — Oui cette largeur est suffisante.

De quelle manière établissez-vous les cours d'eau sur les côtés des routes ? Je vous fais cette question parce que j'ai remarqué que les fermiers en usant de leurs droits de curer les fossés, les creusent à une telle profondeur qu'il est dangereux de les traverser pendant la nuit. — J'ai toujours souhaité que les fossés fussent creusés à une profondeur telle que les matériaux de la route fussent à 3 ou 4 pouces au-dessus du niveau d'eau dans le fossé, et c'est à ce résultat que nous nous efforçons d'amener les fermiers; mais ils ont de la peine

à curer les fossés, même lorsqu'on les y invite; et quand ils se déterminent à le faire, ils trouvent dans le fond des débris de végétaux, ils approfondissent beaucoup trop et exposent les voyageurs à des dangers.

Les lois ne vous donnent-elles pas le pouvoir de prévenir ce délit? — Certainement, puisque la loi leur prescrit de n'exécuter ce travail que sous la direction des Inspecteurs.

Quelle épaisseur de matériaux pensez-vous qu'on doive donner à une route pour qu'elle soit convenablement réparée? — Je pense qu'une épaisseur de dix pouces de matériaux bien consolidés est suffisante pour supporter les plus lourdes charges.

Vous supposez que le fond est dur? — Non, je ne m'inquiète pas si le fond est mou ou dur, et même je préfère un fond mou.

Vous ne préféreriez pas une fondrière? — Je la préférerais, si elle n'était pas tellement marécageuse qu'un homme ne pût y marcher.

Quel avantage présente un fond qui n'est pas parfaitement ferme? — J'ai remarqué que les routes établies sur un fond dur, comme le rocher, s'usent beaucoup plus vite que celles faites sur un sol mou.

Mais la puissance nécessaire pour tirer une voiture sur une route établie en terrain mou, n'est-elle pas plus grande que si le fond était ferme? — Je pense que la différence est très

faible, parce qu'une route établie sur un terrain mou ne cède que d'une quantité imperceptible.

Pour nous servir d'une expression des conducteurs de diligences, et que vous avez citée, une voiture court-elle aussi franchement sur une route à fondation molle que sur une route à fondation dure? — Si la route est très bonne, très bien construite, très solide, on n'y remarquera aucune différence; j'en citerai une preuve au comité :

La route entre Bridgewater et Cross, dans le comté de Sommerset, est presque toute établie sur un marais, qui a si peu de consistance que le passage d'une voiture agite l'eau des fossés de chaque côté; et après une légère gelée, la vibration causée à l'eau par la voiture suffit pour rompre la glace. La partie qui traverse le marais a environ 7 milles de longueur; plus loin, et immédiatement après le fond de la route, est un rocher calcaire sur 5 ou 6 milles de longueur. Voulant connaître la détérioration comparative, j'ai fait un relevé très exact des dépenses; il en résulte que la quantité de matériaux nécessaires à l'entretien d'une route à fondation molle et à fondation dure, est dans le rapport de 5 à 7.

Avez-vous demandé aux cochers et voituriers sur laquelle de ces routes leurs voitures roulent mieux? — D'après les renseignemens que j'ai

pris, il est certain qu'il n'y a aucune différence dans les deux cas, lorsque la surface est également unie.

En construisant des routes sur un marais, avez-vous établi le fond avec de grosses ou de petites pierres ? — Je n'ai jamais employé de grosses pierres dans la construction d'aucune de mes routes; je ne voudrais jamais en employer une seule dans aucun cas.

En établissant une route sur un marais, vous ne trouverez pas convenable de placer quelques espèces de matériaux entre les pierres et le marais; des fagots, par exemple ? — Non, jamais.

Quelle est la grosseur des pierres que vous employez ? — Leur poids ne doit pas excéder six onces.

N'avez-vous jamais remarqué d'affaissement, lorsque la route repose sur un sol marécageux ? — Non, jamais aucune partie ne s'affaisse, que la route soit faite sur un terrain mou ou ferme; les matériaux forment une masse unique et solide, et la pression des voitures n'a point d'action sur le sol, qu'il soit sablonneux ou argileux, parce qu'une route bien faite est un seul corps, comme une pièce de bois, ou un bordage.

Lorsque vous construisez une route dans de telles localités, mettez-vous à la fois toute la couche de matériaux ? — Non, j'aime mieux faire trois couches successives.

Quelle est la grosseur que vous donnez aux matériaux durs que vous faites briser? — Six onces.

Ne regardez-vous pas cette définition comme un peu vague ; n'en avez-vous pas une plus précise ? — Non, je sais bien que la différence que vous voulez indiquer existe, mais j'ai comparé des pierres de diverses substances pesant chacune six onces, et j'ai trouvé que la différence à la vue était très petite, et ne pouvait en produire aucune dans les effets ; je pense qu'aucune ne doit excéder six onces : ce poids est le maximum. A la vérité, si une route était entièrement faite avec des pierres de six onces, elle serait raboteuse ; mais il n'est pas possible que la plus grande partie de ces pierres ne soit pas au-dessous de ce poids.

Ne pensez-vous pas qu'on pourrait faire passer les pierres à travers un anneau pour en régler la grosseur ? — Cette méthode serait avantageuse, mais j'y supplée en exigeant que mes Inspecteurs portent toujours une balance et un poids de six onces. Quand ils trouvent un approvisionnement de pierres, ils pèsent quelques-unes des plus grosses ; si elles n'ont que le poids fixé comme maximum, cette vérification suffit, car il serait impossible d'exiger une plus grande exactitude.

Je ne dois pas oublier d'observer qu'avant de recharger avec des matériaux neufs une an-

cienne route, je fais piocher légèrement la surface, afin que les nouveaux matériaux puissent se lier avec les premiers; sans cette précaution les matériaux neufs ne s'unissent jamais avec les autres ; ils sont déplacés par les roues, jetés sur les côtés et perdus pour la route; ce travail ne doit pas être confondu avec celui plus considérable dont j'ai parlé et que je nomme le relèvement de la route.

Avez-vous déterminé l'épaisseur des matériaux neufs qu'on doit mettre sur une ancienne route? — Je pense que lorsqu'une vieille route a dix pouces d'épaisseur de matériaux, il est inutile de la recharger avec des matériaux neufs. Dans ce cas, je me borne à faire retirer et briser les plus grosses pierres, et à replacer avec soin les fragmens. Si l'épaisseur est trop faible, je recharge la route par une couche de matériaux de trois pouces d'épaisseur.

Préférez-vous un tems sec ou un tems humide pour exécuter ces travaux? — Je préfère toujours amender les routes par un tems un peu humide.

Pensez-vous qu'il est nécessaire de modifier les réglemens anciens ou d'en établir de nouveaux pour fixer la largeur des roues et le poids des voitures? — Je suis persuadé que les dimensions des roues, telles qu'elles ont été réglées par tous les actes du Parlement, dans les dernières sessions, sont les plus convenables

et les plus avantageuses, et quelqu'attention que j'aie mise à approfondir ce sujet, je n'ai aperçu aucun changement utile au public. Quant au poids, je considère cette législation comme très délicate et difficile. J'ai dans mon voisinage plusieurs ponts à bascule qui servent dans beaucoup de cas d'instrumens d'oppression et de moyens de fraude. On rendrait un grand service au public, si on pouvait les remplacer par une méthode plus certaine d'empêcher les surcharges et de conserver les routes. Dans le projet du nouvel acte pour les routes à péages de Bristol, j'ai proposé aux Commissaires de demander au Parlement que les taxes fûssent fixées en raison du nombre des chevaux, et, par une progression déterminée, par les dommages causés aux routes; je pense que ce serait un moyen certain de prévenir la connivence qui s'établit entre les percepteurs et les voituriers.

Pensez-vous que si les chevaux attelés aux voitures à jantes étroites étaient placés autrement qu'à la file les uns des autres, il en résulterait quelque avantage pour les routes ? — Certainement.

L'usage d'atteler les chevaux à la file n'a-t-il pas pour résultat de faire suivre la même ligne et de dégrader davantage les routes? — Oui, et je dois observer au comité que les pieds des chevaux dégradent autant une route mal faite que les roues. C'est à cet usage que l'on doit

attribuer l'état des routes, que les habitans des campagnes appellent grillées, expression étrange, mais très expressive.

Ne pensez-vous pas que si les chevaux étaient attelés deux à deux aux voitures à jantes étroites il serait bien plus facile de les guider que lorsqu'ils sont à la file ? — J'en suis convaincu : cette méthode préviendrait des accidens, on pourrait plus facilement les retenir à la descente, et se dispenser d'enrayer aussi souvent. Cependant il est des cas où cette précaution est indispensable.

Ne regardez-vous pas l'enrayage comme très nuisible aux routes ? — Comme très nuisible, surtout lorsque les routes sont raboteuses ; mais sur les routes unies l'effet est peu sensible.

Si l'usage d'atteler les chevaux deux à deux était plus général, le nombre des ornières ne serait-il pas réduit ? — Peut-être plusieurs d'entre vous ne savent pas ce qui constitue une ornière. On doit en distinguer deux sortes. Les unes sont occasionnées par le déplacement des matériaux sur les routes mal préparées; ces ornières sont une suite de creux étroits et dangereux, qui opposent des obstacles continuels aux roues ; mais les autres ornières déterminées par la pression énorme sur une surface unie ne sont que des traces concaves qui ne ralentissent pas la marche des voitures.

Les diligences et chariots fortement chargés

ne dégradent-ils pas beaucoup les routes? — Je ne pense pas qu'une diligence chargée puisse causer un dommage sensible à une route parfaitement unie, solide et bien faite, et qu'il soit nécessaire d'établir à ce sujet de nouveaux réglemens. Quant aux chariots, je suis persuadé de même, qu'un poids, quelque lourd qu'il soit, étant porté par des roues de l'espèce de celles encouragées par plusieurs actes récens, ne cause qu'un dommage très faible sur les routes bien construites. Une roue de six pouces de large qui est verticale n'occasionne pas de dommages sensibles ; la route étant toujours supposée bien faite et parfaitement unie. Les dégradations des routes sont occasionnées par les chocs de charges énormes contre les matériaux qui en sont brisés.

D'après le système actuel de construction, les roues ont plus de tendance à pousser les matériaux devant elles qu'à monter dessus ; lorsque les roués passent franchement sur une surface unie, elles tendent à applanir la route en faisant l'office de rouleau, et ne causent aucun dommage.

N'avez-vous pas l'opinion que des charges énormes, portées sur des roues à jantes larges, doivent détériorer les routes en brisant les matériaux par une pression perpendiculaire? — Sur une route nouvellement faite, cette pression est destructive ; sur une route ancienne et

consolidée, elle ne peut occasionner de dommages. Mais les roues larges et coniques en causent de très grands, parce qu'elles ont une forte tendance à glisser. Il passe sur les routes de Bristol un chariot avec roues à jantes de 16 pouces de largeur qui cause plus de dégats à nos routes que toutes les autres voitures ensemble.

Pensez-vous que les avantages qui résultent de l'usage des roues à jantes larges soit assez grand pour justifier une exemption totale des taxes? — Certainement, Non.

Votre réponse relativement aux effets du poids énorme s'applique-t-elle aux routes en gravier, comme à celles en pierres brisées? — Elle s'applique à toutes les routes bien construites, soit en gravier, soit avec d'autres matériaux.

Lorsque la route est parfaitement unie et solide? — Oui.

Mais si la route était neuve, ne pensez-vous pas que de lourdes charges écraseraient et détruiraient les matériaux? — Il en serait certainement ainsi sur une route neuve, et les chariots à roues coniques causeraient beaucoup plus de dommages que ceux à roues cylindriques.

Ne croyez-vous pas que l'état des routes à barrières serait amélioré si on défendait de mettre sur les chariots une charge excédant 4 tonneaux? — Je ne pense pas qu'il y ait une grande

différence si les routes étaient bien aménagées; je crois que les principaux défauts doivent être attribués à l'ignorance du constructeur.

Mercredi, 9 mars 1819.

M. John M.c Adam éq. est appelé et interrogé.

Dans votre déposition de la semaine dernière, vous avez observé qu'il y a moins eu d'améliorations sur les routes des environs de Londres que sur celles des autres districts. A quelles causes attribuez-vous cette circonstance? — Je l'attribue à la petite étendue des trusts, et à la situation particulière de Londres. Les routes sont basses, souvent humides, couvertes de voitures très chargées; les environs ne fournissent qu'un gravier de mauvaise qualité, mêlé d'une argile fort adhérente. Ce gravier d'ailleurs est composé de petits cailloux arrondis sans angles qui puissent servir à les lier. Cependant Londres est situé dans une position si favorable qu'on pourrait s'y procurer à bas prix les meilleurs cailloux, par la Tamise ou les canaux. La division des trusts empêche d'user de ces ressources. On ne pourra entreprendre avec avantage le commerce de matériaux que lorsque la vente en sera assurée; c'est-à-dire, lorsque des Commissaires chargés de l'ensemble de tous les trusts des environs de Londres feront des marchés à long terme pour de grandes étendues de routes. Jusque-là les marins et négocians ne pour-

ront s'occuper de l'arrivage de ces matériaux dont la vente ne serait point assurée ; il faudrait aussi abolir les priviléges des paroisses et corporations qui ont le droit de limiter et gêner le libre transport des matériaux. Je suis persuadé qu'avec les matériaux importés à Londres, on établirait d'excellentes routes, ainsi que j'en ai fait l'expérience sur deux parties de chaussée, l'une à la descente du pont de Blackfriares, sur 200 verges, et l'autre à la barrière de Marschgate. Je me suis servi pour ces réparations du sable de rivière et de galets.

Avez-vous relevé l'ancienne route? — Je me suis borné à en retirer les pierres dures qui pouvaient encore servir, et j'y ai ajouté la quantité de sable et de galets cassés nécessaire pour établir la chaussée.

Quelle serait la dépense d'une amélioration semblable, par mille, sur une route de 30 pieds de large? — 528 ou 538 liv. st.

Une route faite d'après ce système sur une largeur de 16 pieds pour la chaussée, avec un accottement de chaque côté de 6 pieds, recouvert d'une couche plus mince de matériaux, ne serait-elle pas suffisante pour la circulation? — Oui, les routes des environs de Bristol qui sont faites en pierres, n'ont que 16 pieds de largeur.

Ne pensez-vous pas que les particuliers n'éprouvent pas de grandes pertes en hommes et en

chevaux, du mauvais emploi des fonds ; et sait-on à quelle somme s'élève cette perte? — Il n'est pas possible d'évaluer exactement la perte énorme en chevaux et voitures que cause le mauvais état des routes; mais le comité de 1811 a estimé à 5 millions de liv. st. les économies annuelles qu'on obtiendrait en mettant les routes dans un bon état d'entretien.

Vous ne pensez point que les fonds des routes soient à présent assez à l'abri des abus et des pertes causées par l'ignorance? — Je suis convaincu que les revenus des routes sont, de toutes les dépenses publiques, les moins protégés par les lois et quoiqu'ils soient très considérables, on peut les considérer comme abandonnés, d'après le système actuel de la législation.

Connaissez-vous le montant présumé des sommes levées dans tout le Royaume pour entretenir les routes à barrières? — D'après les renseignemens que j'ai pu me procurer, les péages perçus chaque année aux barrières s'élèvent à 1,250.000 liv. st. en Angleterre, et dans le pays de Galles sur une longueur de 25 milles.

Le revenu est-il progressif? — La progression est très grande, en raison de l'accroissement de la circulation et du plus grand nombre de diligences.

N'est-on pas dans l'usage d'augmenter considérablement les péages dans tous les nouveaux actes relatifs aux routes à barrières? — Dans les

trois dernières sessions du Parlement, 90 pétitions lui ont été présentées pour demander le renouvellement d'actes et l'augmentation des droits ; les trusts se trouvant dans l'impossibilité de payer leurs dettes sans le secours du Parlement.

La grande dépense que coûte le renouvellement des actes ne contribue-t-elle pas beaucoup à empêcher les améliorations des routes du Royaume? — Certainement, la dépense de ce fréquent renouvellement, occasionnée en grande partie par l'extrême division des trusts, absorbe une bonne partie des revenus des routes à péage du Royaume. Ces actes doivent être renouvellés au moins une fois en 21 ans, et même plus fréquemment; parce que les Commissaires sont forcés d'avoir recours au Parlement dans toutes les circonstances difficiles.

Pensez-vous qu'il soit avantageux de donner aux trusts des différens comtés du Royaume, le droit de former une réunion? — Il serait sans doute utile que le Parlement accordât aux trusts, qui le desireraient, le pouvoir de se réunir en un seul corps dans le but d'en mieux organiser l'administration, et d'obtenir toutes les améliorations possibles. Mais il serait préférable que le parlement ne forçât pas les trusts, et leur laissât toute liberté à ce sujet. Il serait surtout nécessaire, avant de prendre aucune décision, que le parlement accordât non seulement cette

faculté, mais qu'il voulût reconnaître comme légales, les assemblées et les actes de ces trusts réunis; ces assemblées et ces actes ne sont ni reconnus, ni autorisés par les lois actuelles. Les neuf trusts de Surrey ont formé par une association volontaire, ce qu'on peut considérer comme une assemblée générale; mais il ne me paraît pas que leurs opérations puissent être considérées comme légales, d'après les lois établies.

Ne croyez-vous pas que le système actuel d'entretien des routes est une cause de l'augmentation des dépenses, et par conséquent des dettes et des péages dans tout le Royaume? — Je pense que l'accroissement des dettes hypothéquées sur les routes est extrêmement rapide; et que le montant en est beaucoup plus grand, que ne pourraient se l'imaginer les membres du Parlement. Maintenant le taux des péages augmente beaucoup.

Considérez-vous que les routes ont été améliorées dans le même rapport que l'accroissement des dettes et du taux des péages? — Certainement non; j'ai remarqué au contraire que là où la dépense est la plus grande, l'aménagement est le plus mauvais, ou plutôt, que les plus mauvais aménagemens occasionnent les dépenses les plus considérables.

Ainsi dans votre opinion, les grandes améliorations qu'on pourrait faire dans l'aménage-

ment des routes auraient pour résultat une réduction graduelle des dettes et des péages ? —Certainement, je le pense.

Pouvez-vous donner quelques renseignemens sur le montant des dettes hypothéquées sur les routes à barrière de l'Angleterre et du pays de Galles ?— Après avoir pris dans différens comtés toutes les informations que peut se procurer un particulier sans mission, et noté le montant des dettes d'un grand nombre de trusts, j'ai été conduit à évaluer la dette des routes à péages de l'Angleterre et du pays de Galles à 7,000,000 liv. st.

Avez-vous l'opinion que la commutation des corvées procurerait un grand avantage, sous le point de vue de l'aménagement des routes ? — Certainement, je pense que le public en retirerait beaucoup d'avantages, si la corvée était changée en taxes payables en argent, surtout si l'évaluation de la corvée était faible; par exemple, la moitié de la valeur de l'ouvrage. Je suis convaincu que cette disposition contribuerait beaucoup à l'amélioration de toutes les routes. Tous les actes du Parlement relatifs aux routes d'Ecosse, dont j'ai connaissance ont remplacé les corvées par une redevance en argent. Un acte semblable passé il y a vingt ans, pour le pays que j'habite, a ainsi commué les corvées en une redevance et a procuré de grands avantages.

Routes à barrières de Bristol.

Extrait des rapports de M. John Loudon M.c Adam, faits à l'assemblée générale des Commissaires, les 2 juin 1817, et 1.er juin 1818.

Depuis que j'ai eu l'honneur d'adresser, le 2 mars dernier, un rapport à l'assemblée des Commissaires, les réparations des routes ont été poussées avec activité et succès, et maintenant il n'existe pas une seule partie des routes du district de Bristol qui soit en mauvais état.

On a fait beaucoup d'améliorations partielles qui montent ensemble à une somme considérable; cependant chaque dépense prise séparément n'a pas dû être soumise au réglement de l'assemblée générale, qui défend de faire les améliorations de plus de 50 livres sterlings, sans un ordre spécial.

Depuis le dernier rapport, beaucoup d'améliorations importantes ont été faites sur les routes; le bon état des finances ayant permis d'y employer les économies obtenues sur les revenus. Pendant le même tems on a réduit la dette hypothéquée de 500 livres sterlings, et il reste en caisse 2790 livres sterlings; ces avantages ont été obtenus dans une année où les routes avaient beaucoup souffert par les vicissitudes des saisons, et où les revenus des barrières ont éprouvé une réduction de 425 livres sterlings, par suite de la diminution du commerce dans le pays.

Routes à barrières de Bristol.

A l'assemblée générale des Commissaires des routes des environs de Bristol, tenue le 7 décembre 1818.

Présidence de M.e Thomas Daniel, Eq.

L'assemblée considérant que les fonctions triennales de M. M.c Adam, comme Inspecteur général, doivent cesser le 16 janvier prochain:

A décidé à l'unanimité qu'il serait réélu pour trois ans, aux mêmes fonctions, et avec les mêmes appointemens.

Elle a aussi résolu à l'unanimité qu'il serait adressé des remerciemens à M. M.c Adam, pour le zèle et l'habileté avec lesquels il a exercé les devoirs difficiles de sa place, et pour les améliorations importantes qn'il a faites aux routes confiées à ses soins.

Jeudi, 11 mars 1819.

John Loudon, M. Adam, éq. est appelé et interrogé.

Est-il quelque partie de votre première déposition, sur laquelle vous souhaitiez donner au comité quelques nouveaux développemens? — Comme plusieurs membres de l'honorable comité ont exprimé leur surprise, et des doutes sur les détails de construction de deux routes établies, l'une dans un marais de Sommersetshire, et l'autre sur un rocher, et la proportion que j'avais citée de mémoire, des matériaux employés dans l'un et l'autre cas; j'ai prié le trésorier de ces routes, d'inviter l'Ins-

pecteur à faire connaître les dépenses d'une manière exacte.

M. Philippen qui est trésorier et magistrat, m'a envoyé avec une attestation signée de lui, une lettre explicative des faits, et en outre le certificat de l'Inspecteur.

Les papiers déposés contiennent ce qui suit:

Je certifie que la route à péages de 16 milles de longueur, allant de Cross, à travers des marais, à Bridgewater, est maintenant dans le meilleur état où je l'ai vue, ce qui est dû aux soins qu'on a pris de briser les grosses pierres, mises il y a cinquante ans, lors de son établissement. Son épaisseur est de sept à neuf pouces; j'ai toujours remarqué que cinq tonneaux de pierres employés sur cette partie de route, produisaient le même effet, que sept sur les hauteurs.

Signé, EDWARD WHITTING, Inspecteur.

Moi, Robert Philippen, éq. l'un des juges de paix du comté de Sommerset, trésorier de la route mentionnée dans le présent certificat, déclare que le contenu est à ma connaissance, et très vrai; cette route a été sous mon inspection, pendant plus de cinq ans, et l'Inspecteur actuel Edward Wetting, est bien connu de moi et digne de toute confiance.

Ce 9 mars 1819.

Lettre de Robert Phil'ppen , éq. John London, M.ᶜ Adam , éq. Northumberland Street, N.° 9 , Strand-London.

Monsieur,

Il ne peut y avoir dans mon opinion aucune nécessité de faire avec de grosses pierres les fondations d'une route sur aucune espèce de terrain, pas même sur les terrains les plus mous et les plus boueux. Des observations journalières, m'ont convaincu que cette pratique ancienne occasionne la perte de beaucoup de tems, de matériaux et d'argent; j'ai eu occasion, pendant les cinq ou six dernières années, d'acquérir beaucoup d'expérience, en voyant construire plusieurs routes, et particulièrement celle qui passe dans une fondrière, par Wedmore et Glatonbury, dans ce comté.

Le projet de cette nouvelle communication donna lieu à des discussions et des opinions diverses sur la possibilité de l'entreprise, et la méthode à suivre pour l'exécuter. Quelques personnes proposèrent d'établir sur la fondrière un lit de bruyère, puis une couche de larges pierres plates, et ensuite d'autres couches de pierres plus petites ; je soutins qu'il fallait employer une méthode plus simple, moins chère et plus durable, et se servir de pierres brisées en petits fragmens; mon opinion ayant à la fin prévalu, le succès de ce

système a passé mes espérances ; car cette partie de route est belle et bonne, quoique les transports soient nombreux, les voitures très chargées, et les dépenses d'entretien très faibles, comparées à celles faites sur une petite portion de cette même route, qui presse sur un sol montueux, dur et de rocher.

Je suis, etc. Robert PHILIPPEN.

Je désire faire connaître relativement à l'opinion que j'ai émise sur les corvées, que je suis chargé de traiter du rachat des corvées avec soixante-neuf paroisses, dans les comtés de Sommerset et de Glocester, et que c'est en conséquence de ces transactions que j'ai formé l'opinion, que j'ai eu l'honneur de soumettre au comité.

Quelle redevance en argent pensez-vous qu'on doive demander pour le rachat des corvées ? — Je pense que le tiers de la valeur nominale des corvées, payé en argent, et versé dans la caisse du trésorier, serait plus profitable aux routes que les travaux par corvées, et qu'une imposition serait plus avantageuse à l'agriculture et au pays que les corvées,

M. James M.c Adam est appelé et entendu :

Vous êtes le fils du dernier témoin ? — Je suis son fils.

Sur quelles rontes à péages avez-vous été employé comme Inspecteur-général ? — Sur les routes d'Epsom, d'Ewel, de Réading,

d'Egham, de Cheshunt, de Waden, de Boyston, de Huntingdon, etc. qui ont ensemble cent vingt-cinq milles de longueur.

Depuis quel tems y êtes-vous attaché? — J'ai commencé en décembre 1817.

Vous êtes-vous occupé antérieurement de l'amélioration des routes à péages? — Oui, à Bristol, sous la direction de mon père.

Je présume que c'est d'après le système de votre père que vous avez acquis de l'expérience et de l'instruction? — Oui, c'est d'après les principes suivis par mon père dans la construction des routes.

Les plans que vous avez adoptés ont-ils eu des résultats conformes aux dépositions faites au comité par votre père? — Parfaitement conformes.

Pouvez-vous donner au comité quelques renseignemens sur les revenus des différentes routes qui sont sous votre direction? — Les revenus bruts des trusts indiqués ci-dessus, dont je suis l'Inspecteur-général, s'élèvent ensemble à 19,550 livres sterling par an.

Faites connaître l'état des routes lorsqu'elles furent mises sous votre direction? — Ces routes étaient en général comme perdues, raboteuses, coupées d'ornières, surchargées de matériaux; les aqueducs, rigoles, étaient encombrés; enfin, ces routes se trouvaient dans le plus mauvais état.

Quelle amélioration avez-vous faite à ces routes, depuis qu'elles sont confiées à vos soins ? — Les routes dont je suis chargé sont parfaitement rétablies, et je puis le dire librement et avec une confiance entière, parce que je n'ai pas la prétention de m'en attribuer le mérite. Je ne réclame pour moi que le soin attentif et le zèle que j'ai mis à exécuter les instructions de mon père. Le mérite de ces améliorations est entièrement son ouvrage.

Pouvez-vous faire connaître au comité la dépense de ces améliorations et la proportion entre le prix du travail des hommes, des femmes et des enfans, et ceux du transport et des matériaux ? — La route d'Epsom est la seule pour laquelle je puisse donner des détails pour douze mois.

La dépense totale s'est élevée à 1928 livres sterlings 8 sch.

Savoir :	liv. st.	sch.
Main d'œuvre.	1146	1
Matériaux.	98	10
Transport.	227	16
Mémoires d'ouvriers.	342	1
Achat de terrains pour élargir la route.	115	
Total de la dépense . . .	1929	8

Je fais observer que je n'eus point recours aux corvées sur la route d'Epsom et d'Ewel.

Pouvez-vous aussi faire connaître les dépenses faites sur les routes, dans les années qui ont précédé celles où vous en avez été chargé? — Je le puis pour les trois années 1815, 1816 et 1817, qui ont précédé celle de mon entrée en fonctions.

On a payé en 1815:

	liv. st.	sch.
Main d'œuvre	379	14
Transport	1019	14
Gravier	486	15
Mémoires d'ouvriers	178	6
Total	2064	9

En 1816:

	liv. st.	sch.
Main d'œuvre	340	16
Transport	1070	7
Gravier	563	2
Mémoires d'ouvriers	382	4
Total . . .	2356	9

En 1817:

	liv. st.	sch.
Main d'œuvre	339	16
Transport	1103	16
Gravier	551	
Mémoires d'ouvriers	681	6
Total . . .	2675	18

Le tout indépendamment des corvées qui furent exigées par mes prédécesseurs dans plusieurs paroisses.

Connaissez-vous la valeur des corvées? — N'ayant jamais eu l'occasion d'y avoir recours, je ne puis faire une réponse précise, mais les paroisses sont riches, et le montant des corvées doit être considérable.

Je présume que le peu de dépenses que vous avez faites en achat de matériaux, comparativement à celles des années antérieures doit être attribué au remploi des matériaux des routes que vous avez retirés d'après le plan décrit plus haut par votre père? — C'est vrai.

Quel était le personnel des routes, lorsque vous en avez été chargé? — J'ai trouvé à Epsom pour Inspecteur un ancien écrivain du café Lloyd, avec appointemens de 60 liv. st. par an; il avait en outre été autorisé à prendre l'entreprise du transport des matériaux sur le trust de Réading. A Réading, l'Inspecteur nommé aussi Commissaire était un tout jeune homme, avec appointemens de 20 à 30 liv. st. par an; à Cheshunt, trois Inspecteurs avaient chacun un des trois districts du trust. L'un était un vieillard infirme, l'autre un charpentier et le troisième un marchand de charbon.

A Wades Mill, il y avait de même trois districts et trois Inspecteurs; le premier était un vieillard, le deuxième un péager à Buckland, et

le troisième un boulanger à Blackway, avec salaire de 14 sch. par semaine. A Royston, l'Inspecteur péager à Huntringdon, était un vieillard malade alité dans sa maison depuis plusieurs mois et que les Commissaires avaient autorisé à s'adjoindre un charpentier avec le salaire de 20 liv. st. par an. Ce dernier qui m'accompagna dans sa tournée sur les routes, m'observa que ce salaire était si faible qu'il ne donnait pas une grande attention à l'entretien des routes, et l'état des routes confirmait la vérité de son assertion.

Quel arrangement prîtes-vous, relativement au personnel des routes lorsque vous êtes entré en fonctions? — J'ai confié, avec l'autorisation des Commissaires, chaque trust à un sous-Inspecteur actif, à qui j'ai recommandé d'avoir un cheval et de ne prendre aucune autre fonction.

Quelle est la dépense des sous-Inspecteurs? — Les salaires des sous-Inspecteurs sont de 100 liv. st. par an. Lorsque les revenus des trusts sont faibles, je réunis deux trusts dans une sous-inspection, afin de réduire la dépense pour chacun.

Quels sont les appointemens que vous retirez de ces trusts? — Je ne pourrais en faire connaître au comité le montant avec précision, parce que j'ai toujours insisté auprès des Commissaires pour que mes appointemens ne fus-

sent fixés qu'un an après mon entrée en fonctions. La route d'Epsom est la seule pour laquelle ce délai soit écoulé; et si les Commissaires me le permettent, je donnerai lecture de ce qui a été consigné sur le registre de cette route.

Le 21 décembre 1818.

Nous avons examiné les états ci-dessus de M. l'Inspecteur M.c Adam et nous reconnaissons qu'il lui est dû par le trust une somme de. . . . . 75l. st 6sch.

Mais comme il n'a été rien alloué à cet Inspecteur pour l'arrangement des routes, dont les Commissaires sont très satisfaits ; il a été résolu qu'on lui accorderait pour couvrir ses dépenses, et comme témoignage de satisfaction, pour cette année seulement, une somme de	157	10
Total	232	16

Laquelle somme sera payée par le trésorier à M. M.c Adam.

Quelle est la nature des matériaux que vous avez employés sur les différentes routes confiées à vos soins ? — A Epsom des cailloux, à Réading un très petit gravier recouvert d'une couche d'argile très adhérente ; à Wattham Cross, un petit gravier sale ; auprès de Waze et à Wades Mill, du caillou; sur la route de Royston

du caillou; et une pierre bleue *permet*; et à Huntingdon du caillou et du gravier tirés d'Egham.

Avez-vous fait usage, pour l'emploi de ces matériaux d'une méthode particulière? — J'ai pris beaucoup de peine et de soins pour préparer les matériaux à la carrière, les trier, les nétoyer avant de les porter sur la route; j'ai donné ensuite à leur emploi la plus grande attention pendant long-tems, et jusqu'à ce que la route ait été parfaitement unie, solide et de niveau.

Pouvez-vous indiquer quelle sera, comparativement à l'ancien système, la dépense d'entretien, lorsque les routes auront été mises en bon état? — Je pense qu'il en résultera une grande économie, parce que la meilleure route est celle qui se dégrade le moins : il faudra une moindre quantité de matériaux quand ils seront bien préparés, que lorsqu'on les portait sur la route, sans être passés et nétoyés.

Le rapport entre le prix de la main d'œuvre des matériaux et des transports, que vous avez remarqué sur les routes d'Epsom, est-il le même sur les autres routes de votre inspection? —Sur plusieurs de ces routes il est encore plus grand. A Cherhunt, j'ai dépensé pendant cinq mois 800 liv. st. dont 40 seulement en frais de transport; sur le trust de Wadesmill, le transport n'a pas coûté 6 pennys sur 600 liv. st. dé-

pensés. Sur le trust de Boyston la dépense a été de 500 liv. st. et les transports de 1 liv. st. seulement. A Huntingdon, je dépensais 20 liv. st. par semaine, et le tout en main d'œuvre ; à Réading, j'ai dépensé 500 liv. st. en huit mois, et la main d'œuvre a coûté plus de 400 liv, st.

Le rapport actuel entre la valeur de la main d'œuvre des matériaux et des transports restera-t-elle la même dans les travaux à faire dans les années suivantes sur les routes ? — Je pense qu'il en sera ainsi en raison de l'accroissement de la quantité de main d'œuvre pour préparer les matériaux avant de les porter sur la route, et pour leur emploi quand ils y auront été conduits. Le soin apporté à la préparation des matériaux fera diminuer la quantité à employer ; je suis persuadé, par cette raison, que le rapport entre la valeur de la main d'œuvre et celui des transports restera le même.

Il paraîtrait par votre réponse à une précédente question que la diminution de la dépense des transports dût être attribuée à l'emploi que vous avez fait des anciens matériaux des routes; ne pensez-vous pas que des dépenses en transports augmenteront proportionnellement lorsque vous n'aurez plus cette ressource ; et lorsque vous serez obligé d'employer des matériaux neufs? — Cela est vrai, jusqu'à un certain point.

De quelle manière se fait maintenant la corvée sur les routes ? — Je n'ai été obligé de de-

mander quelques corvées que sur deux trusts seulement, celui de Boyston et Huntingdon; les fonds sur les routes étant plus que suffisans pour les réparer sans avoir recours aux corvées. Sur ces deux derniers trusts, j'ai retiré quelques petits avantages des corvées.

Le colonel Charles Brown est appelé et interrogé.

Depuis combien de tems êtes-vous Commissaire de la route à barrières sur le trust de Cherhunt? — Depuis huit ou dix ans.

Pourriez-vous faire connaître au comité les améliorations récentes faites dans l'aménagement et la réparation des routes de ce trust? — Depuis que la nouvelle méthode de M. M.c Adam y a été appliquée, les routes qui n'étaient que dans un état fort ordinaire sont aujourd'hui excellentes; j'attribue entièrement ce changement à l'influence de la méthode de M. M.c Adam.

Savez-vous si l'aménagement des routes d'après cette méthode a occasionné une augmentation ou une diminution dans les dépenses? — J'estime que la réduction est d'environ le tiers de la dépense.

Les taxes ont-elles été augmentées sur les routes? — Non, depuis que M. M.c Adam en est chargé; j'ai même des motifs de croire que la diminution sera sensible en raison du bon état des routes.

Ayant entendu les dépositions de M. M.c Adam, pourriez-vous donner au comité de nouveaux renseignemens sur les améliorations qui ont été faites ? — Je suis persuadé que c'est à la méthode de M. M.c Adam qu'on doit attribuer l'état si satisfaisant des routes ; il faut s'étonner que ce système étant fondé sur les meilleurs principes n'ait pas été adopté généralement et beaucoup plutôt.

Pensez-vous que ces améliorations soient dues à l'addition de nouveaux matériaux, ou au meilleur emploi des anciens ? — Certainement c'est au meilleur emploi des matériaux existans.

Avez-vous remarqué que ce système d'amélioration, soit utile relativement à l'emploi des pauvres des paroisses ? — Les avantages sont considérables dans les paroisses que j'habite ; je puis assurer que depuis l'introduction de la nouvelle méthode, M. M.c Adam a donné de l'occupation à tous les pauvres qui lui ont été adressés, et nous n'avons plus un seul individu oisif maintenant.

M. Ezeckiel Harman, éq., et Thomas Bridgemaw, éq. et Commissaires des routes à péages sont interrogés, et font des dépositions qui confirment celle qui précède.

M. John Martin Cripps, éq : atteste dans sa déposition les faits détaillés dans les dépositions de M. M.c Adam fils, et Brown, et après avoir

fait un grand éloge de la méthode de M. M.c Adam, il termine par une observation que nous devons rappeler.

Avez-vous remarqué ailleurs des routes qui aient été établies d'après les mêmes principes que ceux adoptés par M. M.c Adam? — J'ai eu occasion d'observer que les routes de Suède, les plus belles qui existent, sont amendées conformément à la méthode de M.r M.c Adam.

Les matériaux de granit et les meilleurs du monde sont brisés en petits fragmens, on est si convaincu de la nécessité de les briser en très petites parties qu'on ne trouverait pas sur toutes les routes un morceau plus gros qu'une noix.

Quelle est la forme de ces routes? — Elles paraissent à l'œil parfaitement plates, mais on reconnaît à l'aide d'un niveau à bulle d'air, qu'elles ont un léger bombement.

M. Villiam Dowdeswel, éq. est interrogé et fait une déposition en tout conforme aux précédentes : il atteste que les routes, presque impraticables avant l'application de la méthode de M. M.c Adam, sont maintenant très bonnes par suite de l'introduction de son système, qu'il juge aussi beaucoup plus économique.

Il en a fait, avec un égal succès, l'application, comme Inspecteur, sur beaucoup de routes de paroisses où il a employé tous les pauvres qu'on lui a envoyés.

M. Benjamin Faray après avoir déposé comme le précédent, ajoute sur les roues quelques détails qu'il est nécessaire de donner.

Quelles sont les voitures qui dégradent le plus vos routes ? — Les voitures les plus destructives sont celles dont les roues sont les plus larges.

Comment jugez-vous que ces effets sont produits ? — Leur poids excessif détruit les matériaux.

Les voitures dont vous voulez parler sont-elles exemptes de taxes ? — Ce sont celles qui paient les plus faibles taxes. Le broiement des matériaux par ces roues larges, est dû à leur forme qui les empêche d'aller droit.

Parce qu'elles sont de forme conique ? — Parce qu'elles sont en forme de baril et de cône, avec jantes à clous saillans.

Pensez-vous que si les roues étaient cylindriques ou plates, on devrait accorder une réduction de péages ? — Les roues cylindriques sont moins destructives ; mais lorsque la route n'est point parfaitement de niveau, et que le poids porte sur l'un des angles, la route est fortement endommagée.

Avez-vous l'opinion que l'on devrait, dans quelques cas, accorder une exemption de péages en raison de la largeur des roues ? — Je n'en vois aucun motif, parce que les roues qui portent un grand poids sont toujours destructives.

Croyez-vous que l'usage des voitures à un seul timon, soit nuisible aux routes ? — Très nuisible. — De quelle manière ? — Lorsque les voitures n'ont qu'un seul timon, les chevaux suivent la même trace dans le milieu de la voiture ; il se forme alors trois ornières sur les routes.

Vous croyez donc qu'on doit encourager l'usage des voitures à double timon ? — Oui.

Regardez-vous l'arrosage des routes comme nuisible ? — Je pense qu'il est nuisible en été ; l'eau sépare les pierres, en amolissant la partie terreuse, et rend la route spongieuse et molle.

A quelle époque pensez-vous que l'arrosage fait sur les routes pour enlever la poussière est nuisible ? — Avant le mois de mai et après le mois d'août.

N'avez-vous pas l'habitude d'arroser en hiver, quand il n'y a pas de poussière? — Quelque soin qu'on prenne à cribler le gravier, il y reste toujours une certaine quantité très adhérente de terre qui se combine en été avec les urines et les excrémens des animaux et forme une matière glutineuse, dont l'arrosage d'été tend à augmenter l'agrégation, et qui fait adhérer les roues aux pierres par les tems humides, surtout après les gelées ; ce qui occasionne de grands dégâts à certaines routes. C'est pour les prévenir qu'on a l'habitude d'arroser de tems en tems, pendant l'hiver, la route

de Whitechapel. Lorsqu'on s'apperçoit que les matériaux s'attachent aux roues, des tonneaux d'eau arrosent les parties des routes désignées afin de délayer cette matière glutineuse et empêcher son adhérence aux roues, qui tendent alors à enfoncer le gravier sans le déplacer; on enlève avec soin, à l'aide de rateaux de bois, la boue produite par cet arrosage, mais il faut que la seconde opération suive immédiatement la première ; la route est ensuite ferme, douce et unie. L'usage de cet arrosage, de tems en tems en hiver, a été très avantageux.

Quand mettez-vous de nouveaux matériaux sur vos routes ? — Je préfère les employer immédiatement après qu'elle a été ratelée, parce qu'il se trouve à la surface une certaine quantité de gravier brisé et de boue qui s'unit avec le nouveau gravier et forme ciment.

Etes-vous d'avis qu'on doive recharger les routes par un tems humide ? — Je le crois, parce que le gravier nouveau tient mieux.

Eu égard à la grande circulation qui a lieu sur la route de Whitechapel, pensez-vous qu'il soit avantageux d'en paver quelques parties ? — Je le pense, du moins à quelques pieds du trottoir.

Quelle serait la largeur que vous voudriez faire paver ? — Environ onze ou douze pieds à partir du trottoir. — Croyez - vous qu'il est

préférable de paver plutôt les côtés de la route que le centre ? — Certainement.

Pour quelles raisons ? — Si on pavait le centre, les charretiers suivraient le milieu de la route pour ménager leurs chevaux, et seraient sans cesse exposés par le passage des voitures légères et des chevaux ; de même les voitures légères n'ayant pour circuler que l'intervalle entre la partie pavée et le trottoir, seraient sans cesse jetées sur les bordures ; mais si au contraire les côtés étaient pavés, les charretiers marcheraient sur les trottoirs et dirigeraient de là leurs chevaux sans craindre les accidens ; les voitures légères circuleraient librement sur le milieu fait en gravier.

Quel est d'après votre expérience le profil en travers qu'on doit donner aux routes ? — Je les préfère bombées et en forme de baril, afin que l'eau puisse s'en écouler facilement dans les pluies, parce que les routes sont alors généralement très mauvaises. Je trouve qu'une route qui s'abaisse graduellement du centre vers les côtés est bien préférable aux routes plates.

Quel est le degré de bombement que vous jugez le plus convenable ? — J'ai donné une attention particulière au perfectionnement de la route de Whitechapel qui a une largeur de 55 pieds ; je lui ai donné 12 pouces de bombement. Il est nécessaire lorsqu'on recharge la route que l'élévation du centre sur les côtés ne

soit que de 16 à 18 pouces, qui se réduisent ensuite à 12.

Quel est l'état de la route actuelle de Whitechapel relativement à celui où il était il y a quelques années? — Pendant la plus grande partie de l'année, cette route est maintenant l'une des plus belles des environs de Londres; mais elle se dégrade rapidement en hiver, parce que le gravier est trop petit, et les voitures trop chargées. Comme elle n'est réparée qu'avec le petit gravier que fournit le voisinage de Whitechapel, elle est de tems en tems rouagée et devient très mauvaise, mais l'emploi de l'eau, pour diminuer l'adhérence des roues et enlever les boues, suffit pour la remettre bientôt en bon état.

Avez-vous d'autres renseignemens à donner au comité relativement à l'amélioration de cette route ou des routes en général? — On obtiendrait de grandes améliorations sur cette route, en supprimant la réduction des taxes en faveur des voitures à larges jantes, et en empêchant qu'elles portent d'aussi énormes charges. Si les chariots à jantes étroites avaient de doubles timons, ou si les chevaux étaient attelés de front, ils occasionneraient beaucoup moins de dégâts que les roues à jantes larges,

Le 25 mars 1819.

John Farey, écuyer, est appelé et entendu.

Quelle est votre profession? — Je suis Inspecteur des mines et Ingénieur.

Avez-vous fait usage d'une méthode particulière dans l'emploi du gravier, en améliorant la route de Woburn ? — Avant d'employer le gravier, je l'ai fait cribler et nettoyer avec soin; j'ai fait séparer et briser les grosses pierres, ainsi que les cailloux de forme irrégulière. Lorsque le gravier ainsi préparé fut jeté sur la route, des hommes avec des rateaux étaient employés chaque jour, à remplir de gravier les ornières qui se formaient, et à retirer avec soin les pierres trop grosses ou de forme irrégulière.

M. John Farey, appuie de son suffrage les opinions de son frère, précédent témoin, sur le bombement des routes. Il pense que les matériaux des environs de Londres sont trop tendres pour supporter le poids de lourdes voitures; qu'il serait avantageux de paver les côtés des principales entrées de Londres, et non le centre, ainsi qu'on l'a fait sur quelques points. Il est également d'avis que les roues cylindriques de six pouces, et au dessous, sont les plus avantageuses et les plus faciles à mouvoir; pourvu que les clous à têtes saillantes, soient sévèrement défendus sous peine d'amendes très-fortes. Il regarde le système des amendes sur les surcharges, comme basé sur des principes erronés et donnant lieu à des fraudes graves. Nous donnerons un extrait de ses autres réponses les plus importantes.

Quel serait, dans votre opinion, le meilleur mode de fixer les amendes et les taxes sur les chariots et les charrettes? — Il n'est pas possible de le simplifier ou d'établir une échelle généralement applicable à chaque largeur de roue. On pourrait peut-être fixer une taxe ordinaire qui serait payée à chaque barrière par toutes les roues au dessous de six pouces, et établir aux ponts à bascule, sur les roues très larges, des taxes extraordinaires, progressives, en raison de la charge, afin de dégoûter du transport, sur des voitures trop chargées, sans toutefois l'empêcher entièrement.

N'êtes-vous pas d'avis qu'il faudrait supprimer les réglemens relatifs aux poids, et proportionner les taxes au nombre des chevaux? — Nullement.

Connaissez-vous quelque machine à peser qui puisse remédier aux objections contre les machines actuelles et les préposés? — M. Salmon, de Woburn, en a inventé une, il y a quelques années, qui prévient les fraudes des préposés et des charretiers. Elle est tellement disposée que le préposé ne peut y toucher, elle n'est accessible qu'à l'Inspecteur, et le poids est exactement indiqué par une aiguille mobile, comme celle d'une horloge. On en a établi un grand nombre de semblables dans le Royaume et dans les environs de Londres. Le

charretier ou tout passant reconnaît que la machine est en équilibre par la position de l'aiguille, et la totalité de la charge par le point où elle se fixe, lorsque la voiture s'arrête sur le pont, en sorte qu'on peut décharger l'excès du poids. Le cadran de cette machine est comme extrait de la loi, puisque à côté de l'indication de chaque poids se trouve coté la largeur que doit avoir la jante.

Pouvez-vous indiquer au comité le prix d'une semblable machine ? — Je ne le puis, mais il est faible, comparé aux avantages qu'elle procure ; il est possible d'ailleurs d'ajouter une aiguille semblable aux machines ordinaires et d'y tracer même un cadran.

Pensez-vous qu'il soit nécessaire de limiter le nombre des chevaux des voitures, sur les routes où il existe des machines à peser ? — Je ne le pense pas ; et même je doute qu'il soit convenable de régler les péages par le nombre des chevaux. Cependant sur les routes de paroisse, où il n'existe pas de ponts à bascule, il ne semble pas qu'il y ait d'autres moyens de prévenir les charges excessives, qu'en limitant le nombre des chevaux. Mais, si l'usage des machines à peser déjà établi dans beaucoup de comtés, devenait plus général ; si on en plaçait à chaque entrée des grandes villes, on préviendrait le passage, sur les routes, de ces voitures si lourdes qui les détruisent.

Voudriez-vous avoir la bonté d'établir le principe d'après lequel vous préférez que les péages soient établis entièrement, d'après le poids et la largeur des roues, plutôt que par le nombre des chevaux ? — Rien n'est plus vague, et moins sûr, que de vouloir fixer le poids et prévenir les surcharges par le nombre des chevaux, parce qu'ils diffèrent essentiellement les uns des autres par la taille et la force ; et qu'on ne pourrait d'ailleurs établir de règle générale, en raison de l'état d'aménagement des routes et des pentes. Les précautions qu'on avait prises d'indiquer les montagnes où il était permis de prendre des chevaux de renfort, sont maintenant inutiles, puisque la plupart des escarpemens et pentes rapides ont été adoucis.

Pensez-vous qu'on devrait faire de nouveaux réglemens pour fixer la forme des roues et le poids de leurs charges ? — Je suis d'avis que ces réglemens seraient inutiles. Pour juger l'effet de ces voitures, je me suis placé sur le devant, j'ai voyagé ainsi sur beaucoup de routes et j'ai remarqué que l'impression des roues et les dommages causés aux routes étaient presque nuls en comparaison des effets produits par les roues des chariots pesamment chargés ; et je suis d'avis qu'en considération de l'utilité de ces voitures, et des péages qu'elles paient, on ne doit faire aucune restriction, ni

sur le poids des voitures, ni sur la forme de leurs roues.

Pensez-vous qu'il serait avantageux d'encourager par des réglemens ou des exemptions de taxes, l'emploi des voitures dont les essieux auraient des longueurs différentes, et dont les roues suivraient ainsi des traces différentes ? — Je suis d'avis qu'on obtiendrait de grands avantages de cette mesure, comme je l'ai fait connaître au bureau d'agriculture, en lui citant le succès obtenu sur une nouvelle route, dans le Desbyshire où les taxes ont été basées d'après ce système. On a aussi l'intention de proposer des réductions en faveur des voitures avec double timon. Les diligences étant conduites par des chevaux attelés deux à deux, elles détruiraient moins les routes. Leur rapidité contribue aussi à diminuer les dommages.

Pensez-vous qu'on obtiendrait quelques avantages par la commutation générale des corvées? — Je suis depuis long-tems d'avis que le principe de la corvée, tel qu'il est établi aujourd'hui, est erroné. Le travail en nature devrait entièrement cesser et il faudrait autoriser l'Inspecteur à prélever une taxe plus juste sur tous les propriétaires de son district. Les réglemens en vigueur sur tous les attelages, et le travail exigible pour des routes, sont si compliqués, que la plupart des Inspecteurs de paroisse, qui sont chargés de les appliquer, sont hors d'état

de les entendre et de les mettre à exécution avec justice.

D'après les observations que vous avez faites sur les différentes routes du Royaume, pensez-vous qu'il y aurait de l'avantage à les comprendre dans de grands districts, sous la direction d'Inspecteurs-généraux fort habiles? — Les trusts sont d'une étendue si variable depuis deux milles seulement jusqu'à cent milles, et en général si petite, qu'il serait impossible dans un grand nombre de trusts, d'avoir recours à un Inspecteur intelligent et instruit, à cause des dépenses trop considérables que cet Inspecteur coûterait; mais si la législation réunissait les petits trusts, et formait de grands districts, on pourrait nommer des Inspecteurs-généraux très habiles, chargés d'en surveiller l'administration et le personnel des routes à barrières et de paroisses, institutions qui rendraient d'immenses services.

Ne pensez-vous pas que le grand nombre de Commissaires attachés aux routes à barrière, ne donne lieu à de graves inconvéniens? — Je ne le crois pas, au contraire, le plus grand mal, à nos yeux, qui puisse arriver aux routes, c'est lorsque le clergé fournit seul les Commissaires; les propriétaires les plus considérables et les plus zélés des districts, ne peuvent alors y prendre aucune part, au grand détriment de la chose publique. Le feu duc de Bedford, après avoir

été très utile au district de Wobarn, pendant un grand nombre d'années, n'a pas été nommé Commissaire des routes.

James Walker, écuyer, est appellé et interrogé :

Vous êtes Ingénieur civil? — Oui.

Dans le cours de vos travaux vous êtes-vous occupé de la construction et de la réparation des routes? — J'ai été employé à construire et à réparer plusieurs routes.

Dans quelle partie du Royaume avez-vous été employé, et quelles sont les observations que vous avez faites sur cette matière? — J'ai dirigé tous les travaux exécutés sur les routes commerciales, Cœst India, Barking, Tilbury, ainsi que sur les routes, aux abords du pont et Dock de la compagnie Cart India, dont j'ai été l'Ingénieur. Le comité pour les grandes routes, qui vous a précédé, a rendu un compte favorable de la route commerciale et l'a citée comme excellente pour les voitures très chargées. La largeur de cette route est de soixante-dix pieds, y compris deux trottoirs chacun de dix pieds de largeur; il reste cinquante pieds pour le passage des voitures. Le milieu est pavé en granit sur vingt pieds de largeur. Je dois observer que la circulation sur la route commerciale est très active, et je suis convaincu que si la route n'eût pas été pavée, elle aurait coûté plus du double, et le prix de transport des mar-

chandises serait aussi plus élevé ; une route en gravier, d'ailleurs, n'aurait pu supporter d'aussi lourdes charges. Cette route pavée depuis seize ans, n'a demandé que peu de dépenses d'entretien ; tandis que la partie en cailloutis a entraîné dans des dépenses considérables. Les réparations de la route Cœst India Dock, n'ont pas coûté 20 livres sterlings, et cependant elle est fréquentée par des voitures chargées de cinq tonneaux, qui portent tous les produits des Indes expédiés des Docks par terre.

Une route que l'on pave, parce que les transports sont nombreux, les charges lourdes, les matériaux très mauvais et très chers, n'a pas seulement l'avantage de faciliter les transports des marchandises pesantes, et de réduire la fatigue des chevaux ; mais les côtés destinés au passage des voitures légères, se maintiennent toujours en meilleur état ; les voitures pesantes ne s'écartant jamais de la partie pavée et ne dégradant pas celle en gravier. Je suis convaincu que si deux chevaux tirent le même poids sur une route pavée, que trois sur une autre en gravier, les deux fatigueront moins que les trois ; je pense de même que si une route est très fréquentée, l'économie en frais de transport que procurera le pavage, sera beaucoup plus grande que la dépense du pavage. Supposons, par exemple, que le poids qui passe sur la route commerciale soit de

deux cent cinquante mille tonnes par an, et le prix du transport des docks, par la route actuelle, de 3 schelings, il serait, par une route en gravier, au moins de 4 schelings 6 deniers; supposons 4 schelings, la différence est d'un scheling, ce qui donne pour les deux cent cinquante mille tonnes, 12,500 livres sterlings, c'est-à-dire, en une seule année la presque totalité de la dépense du pavage. Je crois même dans cette évaluation rester au-dessous de la réalité, et je suis persuadé que le pavage de beaucoup de routes, procurerait des avantages incalculables en préservant les côtés en cailloutis, en diminuant les frais de réparations et en augmentant la charge que les chevaux peuvent conduire.

Un tonneau de granit d'Aberdeen coûte, rendu à Londres, ou dans les localités semblables, tous frais faits, 25 livres sterlings. Le prix d'un tonneau de gravier est de 3 schl. et demi à 5 schl.; l'yard carré de pavage avec pierres de neuf pouces d'épaisseur, coûte de 8 schl. et demi à 10 schl. et demi; et le mille sur un yard de largeur, 750 à 920 livres sterlings.

Le granit de Guernesey est plus dur et résiste mieux que celui d'Aberdeen, mais il coûte dix pour cent de plus; je le crois beaucoup meilleur. On a employé dernièrement sur la route commerciale une pierre d'une excellente qua-

lité tirée de Greuock, qui est plus chère que le granit d'Aberdeen, mais qui dure davantage.

Pour obtenir un bon pavé, il faut bien écarrir les pierres, leur donner plutôt la forme d'un prisme triangulaire que d'un coin, les ranger d'après leur grosseur, afin de prévenir le tassement inégal qui a lieu lorsque les pierres, ou les rangs de pierres sont de grosseur différente, consolider la fondation, rapprocher les pavés le plus possible, placer les joints en lignes droites, et perpendiculaires à la direction de la route, et entr'eux; faire correspondre les joints des uns au milieu des autres, les battre, les enfoncer fortement, et remplacer les pavés dont le tassement serait inégal. On doit ensuite remplir, avec une grande attention les joints avec du gravier fin, et, s'il est possible, arroser pendant la nuit ce qui a été remanié pendant le jour, damer de nouveau, et recouvrir ensuite la surface d'un pouce environ de gravier fin, afin que les intervalles se remplissent mieux, et que les roues ne soient pas en contact avant que les pavés aient été également et parfaitement consolidés.

J'ai fait l'expérience que le travail avait beaucoup plus de consistance, lorsqu'on arrosait le pavé avec de l'eau de chaux; cette eau s'infiltrait dans les joints, liait et durcissait le gravier, et formait un corps solide, capable de

résister aux plus grandes pressions : on peut dans le même but, et avec un pareil succès, mêler de la limaille de fer avec le gravier mis dans les joints; l'eau oxide le fer qui agglomère le sable et le change en espèce de poudingue, dur comme de la roche. J'ai vu un morceau de fer rouillé tiré de l'eau, où le gravier était si adhérent sur une épaisseur de cinq ou six pouces, qu'on ne pût l'en détacher que par un coup de marteau. Les tuyaux de fer fondu, qui ont séjourné quelque tems sur un sol de gravier, présentent un phénomène semblable.

J'ai aussi reconnu qu'il serait avantageux, ainsi que je l'ai montré au président du comité, de paver les côtés d'une route fatiguée par un grand roulage, et de laisser le centre pour les voitures légères. Les charretiers conduiraient avec facilité leurs voitures, depuis les trottoirs et sans être exposés à être blessés par les chevaux et les voitures suspendues ; ce qui arrive, lorsqu'ils sont forcés de suivre le centre. La partie non pavée étant au milieu et la plus élevée serait plus facilement tenue, et se maintiendrait en bon état.

Lorsque les voitures chargées, qui fréquentent une route, ne sont pas nombreuses, une largeur de pavé de dix à douze pieds est suffisante, et dans ce cas je crois qu'il est préférable de faire le pavé dans le milieu. D'après la lar-

geur des routes actuelles, on peut sans inconvénient paver dix à douze pieds ; le double de cette largeur ne suffirait point pour une route toute en gravier.

Quoique la dépense première d'un pavé soit très grande, je ne pense pas qu'on puisse adopter un mode de construction aussi avantageux et à meilleur marché dans les localités, où les matériaux des routes sont de mauvaise qualité. Par la même raison une couche de whinstone dure plus qu'une couche de gravier des environs de Londres ; mais cette chaussée est moins bonne qu'un pavé, et cependant les frais de transport de cette pierre et des pavés qui constituent presque toute la valeur de ces matières sont à peu près les mêmes. Le whinstone d'Ecosse, ou le granit brut, coûte, rendu sur les barques 14 à 15 sch. le tonneau, dont 11 à 12 sch. pour le fret seul ; tandis que le granit d'Aberdeen ne vaut, rendu à la même place, que 19 à 21 ou 22 sch., au plus, le tonneau. Le prix du maidstone et ragston, pierre calcaire peu dure, est d'environ 7 sch. Le transport de toutes ces pierres de la rivière sur la route, coûte à peu près le même prix ; c'est-à-dire 1 sch. 6 d. à 2 sch. par tonneau et par mille, d'où il résulte que, tout compensé, il y a économie à ne faire venir que des pierres de bonne qualité.

Il coûterait, pour établir sur les routes des environs de Londres une double ornière en

fer, système que quelques personnes jugent préférable, environ 4500 liv. st. par mille; mais ces routes ne pourraient servir que pour les voitures pesamment chargées avec des essieux d'une longueur parfaitement semblable; les voitures légères auraient beaucoup de peine à traverser ces bandes saillantes de fer.

Il serait presqu'aussi cher d'établir quatre bandes faites de douze pouces de large et de long sur quinze de hauteur en pavés de granit d'Aberdeen. Les huit bords de ces pavés saillans, sur les parties en gravier, seraient fort incommodes.

La grande attention apportée à la construction et à la réparation des routes peut compenser, jusqu'à un certain point, les inconvéniens des matériaux de qualité très médiocre, ainsi que le prouvent évidemment les améliorations qui ont été faites depuis vingt ans sur les grandes routes. Etablir une route sur de bonnes fondations, et la maintenir sèche en écartant les eaux, sont les deux conditions les plus essentielles à remplir pour obtenir les meilleures routes possibles, dans toute localité et avec des matériaux donnés. La première condition exige, ou que les fondations soient au-dessus du niveau du sol et à l'abri des filtrations et de l'humidité, ou qu'elles soient assainies par des rigoles, où l'eau ne puisse s'élever jusqu'au niveau de ces fondations. Pour satisfaire à la

seconde condition, on doit, autant qu'on le peut, donner une légère inclinaison au profil en long de la route, pour donner de l'écoulement aux eaux. Si le pays est parfaitement de niveau, on peut par un léger mouvement de terre obtenir cette pente longitudinale qui opère un écoulement plus facile et un dessèchement plus complet, que le seul bombement de la chaussée; les traces des roues forment de légères rigoles, que les eaux suivent et qui contribuent ainsi à l'assainissement de la route. Le seul bombement, ou pente à travers, toujours préjudiciable aux voitures est moins efficace pour écarter les eaux des chaussées.

Nous croyons que la pente en longueur, la plus convenable pour se débarrasser des eaux, lorsqu'on peut l'obtenir par un tracé convenable sans de grands mouvemens de terre, est d'un quatre-vingtième. La connaissance approfondie de ces principes, et l'habileté à mettre en pratique avec économie, constituent pour ainsi dire la science de la construction des routes.

Lorsqu'on veut ouvrir un nouveau chemin, il faut faire le nivellement du terrain avec le même soin que si on traçait un canal, afin de déterminer avec précision les pentes en long qu'il convient d'adopter.

La quantité de matériaux nécessaire à la construction d'une route, dépend tellement de la nature du sol et de celle de ces matériaux,

qu'il serait impossible d'assigner une règle générale. Leur épaisseur et leur arrangement doivent être tels que la charge la plus lourde n'y fasse aucune impression, et se distribue sur un grand espace de fondations. Lorsque le sol est très mou, on employe quelquefois des arbres, des fagots, pour donner passage à l'eau jusqu'à ce que les matériaux de la chaussée soient bien consolidés et forment une masse compacte, ferme et impénétrable à l'eau ; mais il est indispensable que ces bois soient assez bas pour rester toujours mouillés, autrement ils se pourrissent rapidement et leur tassement détruit la cohésion de la chaussée. La craie peut, dans certain cas, remplir le même objet; elle se mélange avec le gravier et les pierres, s'amalgame avec eux et forme corps.

Lorsqu'on employe le gravier, on le verse dans les fondations, tel qu'on le retire des carrières, et l'on forme la dernière couche de dix-huit pouces environ, avec du gravier passé à la claie et bien nettoyé. Les chaussées de Whin ou autres pierres dures exigent une préparation particulière; on casse les pierres en fragments dont les plus gros sont placés dans le bas. Leur grosseur doit successivement diminuer à mesure qu'on approche de la surface qui est faite en pierres d'un pouce ou un pouce et demi de diamêtre environ.

Si le terrain des fondations est humide et

de mauvaise qualité, l'emploi de petites pierres dans les couches inférieures serait cher et surtout nuisible d'après le principe que nous avons établi, et par la raison qu'une voûte faite en briques entières, ou en longues pierres hautes, est bien préférable à une route construite avec les mêmes matériaux brisés en petites parties. L'usage de placer à la surface de grosses et larges pierres, est le plus répandu et le plus mal-entendu.

Soit que l'on emploie du gravier ou des pierres dures, les vides que laissent les matériaux doivent soigneusement être remplis avec des fragmens plus petits, et on doit former la dernière couche de sable ou de blocailles, car la route ne peut être formée et bien consolidée que lorsque tous les interstices sont bouchés, soit comme nous venons de l'indiquer, soit en cassant les matériaux de la route en petits morceaux; mais cette dernière méthode occasionne une grande perte de matériaux et rend la route raboteuse. Ces observations s'appliquent de même aux réparations comme à la construction des routes; et la méthode de recouvrir ainsi la route, ou de relier les pierres est d'un avantage si évident que je ne peux concevoir qu'on y ait jusqu'ici, donné aussi peu d'attention. Si les matériaux sont peu durs, comme les pierres calcaires, les précautions que nous avons indiquées sont moins nécessaires, parce que les pierres en s'écrasant produisent l'effet désiré.

Je pense qu'il est préférable de construire en même tems la chaussée dans toute son épaisseur, soit pour l'avantage des voyageurs, soit pour la conservation de la route. Les matériaux forment une masse plus compacte et plus solide que lorsqu'on les place par couches minces et successives, par la même raison qu'une voute épaisse faite de matériaux uniformes, est plus solide que plusieurs arches superposées ayant ensemble la même épaisseur que la première voute.

Quoique j'aie établi qu'une inclinaison dans le profil en long soit avantageuse pour l'écoulement des eaux, je ne suis pas de l'avis de ceux qui recommandent de faire les routes plates en travers ou sans bombement. Les opinions sur ce point, je le sais, sont très partagées en théorie, comme en pratique. Les deux extrêmes me paraissent devoir être également évités. Une route très bombée, est dangereuse, surtout si la courbe est un arc de cercle, parce qu'elle ne se raccorde pas avec les côtés; les voitures très chargées suivent le milieu et font les ornières; et lorsqu'elles vont sur les côtés, elles cheminent sur un plan incliné; la pression sur chaque roue n'est pas uniforme; la gravité pousse la charge sur les côtés dans le sens de la pente, les chevaux et la route éprouvent plus de fatigue.

La question que nous examinons, nous conduit à faire remarquer l'erreur où l'on tombe

souvent, en traçant la pente des ponts; on adopte un arc de cercle pour le profil en long; d'où il résulte que la pente n'est point uniforme et que les chevaux ont beaucoup de peine à monter leur charge; il serait préférable d'établir de chaque côté la pente longitudinale en ligne droite, et de raccorder les deux lignes dans le milieu par une courbe; la pente aux abords serait uniforme, et l'effort des chevaux régulier.

Une route plate se dégrade rapidement; elle ne tarde pas à être usée ou rouagée dans son milieu et à devenir concave; les eaux de pluie alors y séjournent, pénètrent jusqu'aux fondations de la chaussée, et les voitures séparent ou détruisent les matériaux amolis par l'humidité. Plusieurs de nos routes en donnent la preuve, surtout après des pluies d'orage et dans les pays montueux.

Je pense que le meilleur profil en travers qu'on puisse adopter pour se procurer l'écoulement des eaux, c'est de choisir deux lignes brisées, raccordées par une courbe, et dont le point milieu soit assez élevé, pour que les eaux aient un écoulement suffisant. La route est formée de deux plans légèrement inclinés; telle est la forme que j'ai adoptée dans la construction des nouvelles routes dont j'ai été chargé.

Lorsqu'une route est construite en bonnes pierres, un bombement de 4 à 5 pouces suffit

pour une largeur de 10 pieds ; si on employe du gravier, ou autres matériaux de mauvaise qualité, le bombement doit être plus fort.

Je crois devoir parler des haies. Les plantations faites en haies élevées, ou en arbres sur le bord intérieur des routes, ont l'avantage d'offrir plus de sécurité aux voyageurs, mais le grave inconvenient de contribuer à leur dégradation en entretenant les chaussées dans un état constant d'humidité. Je me suis servi, il y a huit ou dix ans, d'un moyen qui m'a bien réussi, et qui procure l'avantage des haies intérieures sans en avoir les inconvéniens ; chargé de construire une route dans un marais, j'ai ouvert, pour obtenir des terres et élever la route au-dessus de l'eau, des fossés larges et profonds qui par cela même étaient dangereux. Sur le bord intérieur de ces fossés j'ai fait planter des souches de saules qui ont poussé avec vigueur, ont formé une haie basse et épaisse qui a été taillée au niveau du sol de la route ; maintenant les voitures sont garanties et la route n'est pas humide. Ce mode dans beaucoup de cas peut-être employé.

Les réglemens qui prescrivent de tailler les haies élevées qui sont si nuisibles aux routes, exigent une grande sévérité et une impartialité rigoureuse, parce qu'elles appartiennent souvent aux Commissaires eux-mêmes et aux plus grands propriétaires, qu'on craint de froisser.

A peine une route est-elle achevée qu'on doit, dans l'intérêt des voyageurs et par économie s'occuper aussitôt de la réparer ; l'adage, *refaire un point à tems*, s'applique surtout aux réparations des routes ; et quoiqu'il ne soit pas suivi, il est si bien connu et si sage qu'il serait inutile de vouloir le justifier.

Je crois que la meilleure saison pour réparer les routes est le printems, ou le commencement de l'été, parce que le tems n'est alors ni trop sec, ni trop humide ; à l'époque des grandes chaleurs ou des grandes pluies, les matériaux neufs sont brisés et réduits en poussière ou en boue, tandis que si on les exécute au moment indiqué plus haut, les pierres se conservent et se consolident en été, et acquièrent par leur rapprochement assez de consistance pour résister à l'action des pluies et des gelées de l'hiver.

En observant que l'on a beaucoup amélioré les routes pendant les vingt dernières années, je n'ai pas voulu assurer qu'elles ne sont plus susceptibles de plus grandes améliorations, et qu'on n'en laisse pas un grand nombre dans un état d'abandon et de dégradation complète. Il est assez connu que beaucoup de routes sont mal entretenues, et même l'on remarque que dans les localités où se trouvent les meilleurs matériaux, les routes sont les plus mauvaises. Ces différences doivent être attribuées à l'in-

fluence des Commissaires. La grande route d'Essex ou *mile cord*, l'une des plus fatiguées des environs de Londres, est cependant très belle ; résultat qui doit être entièrement attribué au zèle et aux talens des Commissaires qui en sont chargés.

En Écosse, au contraire, où les matériaux sont d'excellente qualité, l'état des routes est en général déplorable ; on jette à la surface des pierres en gros quartiers sans se donner la peine d'en remplir les vides avec du gravier ou pierres plus petites ; d'où il résulte que les routes sont raboteuses et fatiguantes. Les pierres saillantes restent isolées, et sont sans cesse déplacées et poussées en avant par les voitures, à la longue il se forme à travers des monceaux de pierres, des ornières profondes que les voitures sont forcées de suivre et dont on ne peut que difficilement les arracher ; les chevaux creusent aussi une ornière dans le milieu où les eaux séjournent, ainsi que dans les ornières latérales, et pénètrent à la longue jusqu'au sol. Ces observations sont relatives à quelques parties des routes les plus fréquentées et particulièrement à celles de paroisses. Il n'en est pas ainsi des routes de West Hyghlands, que j'ai visitées l'hiver dernier. Je les ai trouvées bien établies et en assez bon état.

Lorsque dans un comté, l'administration immédiate des grandes routes est donnée à des

Commissaires, on a l'habitude de les diviser en autant de lots qu'il y a de Commissaires, et de mettre chaque lot sous la direction du Commissaire dont l'habitation est la plus voisine; on n'employe alors ni Inspecteur, ni surveillant; dans ce cas l'état de la route dépend entièrement du plus ou moins de soin et de talent de ce Commissaire; et les changemens qui s'opèrent sur chaque route sont toujours dus à un changement de Commissaire. Quelques-uns d'eux s'acquittent de leur mission avec autant de zèle et de succès que des hommes qui en font profession; cependant on ne doit pas espérer en général que l'amour du bien public les porte à négliger leurs propres affaires, et à donner aux détails de l'entretien des routes, l'attention scrupuleuse que le service exige.

L'administration des routes de paroisse est bien plus défectueuse que celle des grandes routes; il en est de même de leur état; tous les habitans sont forcés, sans égard à leurs habitudes ou occupations, de remplir chacun à leur tour, pendant un an, les fonctions d'Inspecteur des routes. Lorsqu'ils veulent se signaler dans cet office, leur inclination les porte trop souvent à défaire ce que leurs prédécesseurs ont entrepris, ou à laisser imparfaites, les entreprises commencées; mais la plupart se bornent à prescrire la réparation des por-

tions de route qui intéressent leurs amis et surtout eux-mêmes. D'autrefois l'Inspecteur est un homme insouciant et intéressé qui n'accepte cette place que pour éviter, par son adhésion, l'amende encourue par un refus; il paye les comptes et les journées sans en vérifier l'exactitude, et sans prendre connaissance des travaux. L'inspection est par le fait abandonnée à un ouvrier. Chaque changement de Commissaire amène pour ainsi dire de nouveaux abus.

Par cette législation, le Commissaire même qui a du zèle, ne peut rendre que de faibles services; il est obligé après un an d'exercice de cesser ses fonctions, au moment où il commençait à les bien connaître. Il les remet à un autre qui fait le même apprentissage aux dépens de la paroisse; ainsi la loi qui prescrit aux négocians et ouvriers un apprentissage de sept années, avant qu'ils puissent exercer avec leurs propres capitaux un métier ou un commerce faciles, suppose que le premier venu est en état de remplir les fonctions d'Inspecteur avec les fonds de la paroisse; et cependant les connaissances nécessaires pour faire ou réparer les routes, sont plus étendues et plus difficiles que la connaissance des prix ou des procédés dans une branche de commerce quelconque.

Ces considérations m'ont toujours fait penser qu'il serait avantageux de créer des Inspecteurs permanens, fort exercés et très-instruits, char-

gés de l'exécution des travaux sous la direction des Commissaires.

Peut-être que la création d'un bureau des routes au sein du parlement, bureau qui serait chargé de recueillir tous les renseignemens, de recevoir les comptes et s'occuper de la législation actuelle, des perfectionnemens à faire etc., suffirait pour remédier à tous les abus et imprimer un mouvement salutaire? Le comité actuel peut mieux que moi décider cette question. Il jugera sans doute qu'il serait nécessaire d'étendre le système d'amélioration des routes à celles de paroisses, de toutes les plus négligées; mais on ne doit pas se dissimuler qu'une réforme complète blesserait les intérêts de beaucoup de commissaires de paroisses, qui souhaitent présider eux-mêmes aux réparations, afin d'améliorer de préférence les routes qui les intéressent, et se donner l'importance attachée nécessairement à de telles fonctions.

Si l'on créait des Inspecteurs de route dans tout le royaume, il faudrait en laisser la nomination aux Commissaires des comtés, ou plutôt à un bureau central, afin de prévenir dans les élections l'influence des intérêts particuliers et des liaisons d'amitié. Le choix des Inspecteurs de paroisse se ferait de la même manière, et après que les candidats auraient subi un examen devant les Commissaires et l'Inspecteur du comté.

On a remarqué avec peine que lorsque les paroisses ont voulu rendre les places d'Inspecteurs permanentes avec appointemens, et l'élection étant faite par le public, le choix soit tombé sur les personnes les plus exercées et les plus capables de remplir ces places, mais ordinairement sur des négociants ruinés. Ainsi des hommes qui n'ont pu gérer leurs propres affaires, sont appelés à diriger celles du public, sans avoir la plus légère idée du service qui leur est confié.

De quelle manière pensez-vous qu'il serait convenable d'établir les péages extraordinaires pour surcharges? faudrait-il n'avoir égard qu'au nombre des chevaux, ou bien ne considérer que la charge? — Je pense que la charge est une règle plus certaine, à moins qu'on n'ait pour but de diminuer la race des petits chevaux et les surcharges, et augmenter la force des chevaux de toute taille; fixer les péages par le nombre des chevaux, est une mesure imparfaite qui ne préviendrait pas la dégradation des routes; en effet un poids de trois tonnes tiré par un cheval, cause autant de dommage à une route que s'il était mené par deux.

Je crois devoir observer qu'il n'existe aucune proportion entre le montant des amendes pour surcharges, et le dommage causé aux routes, surtout lorsque les surcharges sont l'effet de l'ignorance, ce qui est le cas le plus ordinaire; quand l'administration des péages appartient

aux Commissaires, l'amende est presque toujours réduite; mais lorsque les droits de barrière sont affermés, et si les Commissaires ne se sont pas réservés le droit de mitiger les amendes, les pauvres charretiers ont moins de chance de se garantir des pertes, et quelquefois de leur ruine.

Jeudi 1.er Avril 1819.

M. James-Dean est appelé et interrogé.

Quelle est votre profession? — Je suis Ingénieur civil, et quelquefois employé en cette qualité à suivre les demandes de bill au parlement.

Quelle est votre résidence? — Londres, la moitié de l'année; le Devonshire, l'autre moitié.

En votre qualité d'Ingénieur, avez-vous examiné l'état des routes du royaume? — Je remp'is depuis 20 ans les fonctions d'Inspecteur sur plusieurs routes à barrières.

Pourriez-vous faire connaître au comité les meilleurs moyens d'améliorer les routes de tout le royaume? — Abréger les distances, me paraît être le perfectionnement le plus nécessaire et le plus important; mais il dépend de beaucoup de circonstances et des localités : dans le choix d'une nouvelle ligne, on doit prendre en considération la nature du sol et celle des matériaux du pays.

Dans un pays uni, le profil en travers de la route, doit être tel, que moitié des eaux se ren-

dent dans un fossé vers la campagne, et l'autre moitié dans un fossé établi entre le trottoir et les plantations. Si le tracé suit le flanc d'une montagne, le fossé doit être établi du côté de l'escarpement, afin de maintenir les fondations sèches.

La largeur des routes à barrières doit être déterminée d'après la circulation.

Il serait avantageux auprès des grandes villes, de paver le centre de la route, sur une largeur de 12 pieds, en pierres dures, bien écarries de 9 pouces de hauteur, et de faire le reste de la chaussée avec des pierres cassées ou du gravier.

Dans la construction d'une nouvelle route, on doit, autant que possible, donner aux pierres, en les brisant, une grosseur à peu près uniforme; ranger les plus grosses à une même profondeur sur toute l'étendue de la route, et placer sur celles-ci une couche de plus petites avec du gros gravier. Les mêmes précautions doivent être prises dans les réparations des routes.

Le seul moyen efficace qu'aient les Commissaires pour obtenir de bonnes routes, c'est d'en donner la direction, sous leurs ordres, à des Inspecteurs qui réunissent le talent à l'expérience. Il est facile de reconnaître par l'état des routes le petit nombre de celles qui ont été confiées à des Inspecteurs ; on doit surtout citer dans ce nombre les routes des environs de Bristol, dont M. M.c Adam est Inspecteur.

Les faibles revenus des petits trusts ne vous paraissent-ils pas un obstacle qui empêche d'employer en qualité d'Inspecteurs des hommes supérieurs par leur instruction et leurs talens ? — Je recommande par cette raison la réunion de tous les petits trusts d'un comté en un seul trust général, sous l'autorité d'un acte du Parlement, qui permettrait cette réunion sans la prescrire avant un délai fixé. La faculté qu'on laisserait aux trusts pendant un certain tems serait une mesure très populaire qui aurait un résultat avantageux pour le pays.

N'avez-vous pas rédigé dernièrement un projet de bill pour les Commissaires d'un trust étendu de Sommerschire, dans lequel vous avez réuni tous les perfectionnemens que, selon vous, devrait comprendre un acte général du Parlement sur les routes à barrières ? — J'avais rédigé ce projet, qu'on devait présenter au Parlement pendant la session actuelle, mais le secrétaire des trusts ayant oublié de déposer la notice à la porte de la Chambre aux sessions de la Saint-Michel, ainsi qu'il est prescrit par les ordres du Parlement, les trusts se sont décidés à ne présenter leur pétition qu'à la session suivante.

En quoi diffère le bill que vous avez rédigé de la généralité des actes du Parlement sur les routes à barrières ? — Les clauses de ce bill sont moins remarquables par leur nouveauté

que par le soin pris à combiner les dispositions anciennes, afin de conférer aux trusts des pouvoirs beaucoup plus étendus, et de procurer au pays de grands avantages. Par ce bill, les trusts ont le droit de former des comités et de faire des réglemens, de consacrer une partie des revenus au remboursement des dettes. Les taxes aux barrières sont déterminées par la largeur des jantes, la forme des roues et le poids des voitures chargées, et non en raison du nombre des chevaux; par le 76.e article du bill, on doit faire le dépôt d'un plan de la route arrêté par le secrétaire du juge-de-paix, et signé par le président, afin que ce document soit authentique et puisse être consulté avec assurance.

Le bill prescrit de faire un trottoir commode de chaque côté de la route; il charge les trusts du pavage, de l'enlèvement des immondices, de la surveillance de nuit, de l'éclairage des rues par le gaz, de faire payer les habitans pour les dépenses à leur charge, de céder du gaz pour l'éclairage des maisons particulières et des manufactures. On présume qu'à l'aide de cette dernière faculté les frais d'éclairage public, seront couverts en grande partie ou en totalité.

La 93.e clause donne aux trusts le droit de faire paver, éclairer et veiller pendant la nuit dans toutes les villes, villages et hameaux quelconques que traverse la route, sur la demande

des deux tiers des habitans ; cette clause me paraît extrêmement importante.

Avez-vous d'autres renseignemens à donner au comité relativement à l'amélioration des routes et à leur législation ? — Je suis persuadé que l'esprit d'amélioration qui fait de si grands progrès, encouragé par une législation judicieuse, doit dans peu d'années nous procurer d'excellentes routes et un meilleur système de roulage ; mais je dois signaler les obstacles funestes qu'opposent aux progrès de l'amélioration les redevances énormes payées aux grands employés des deux Chambres du Parlement pour le renouvellement des actes. Ces abus défendus par les personnes intéressées et par d'autres imbues de préjugés, seront difficilement renversés. On peut évaluer les frais payés à chaque renouvellement d'acte pour les routes à barrières, y compris ceux de séjour à Londres de la personne qui le sollicite, au moins à la somme de 400 ou de 500 livres sterlings.

Si le Parlement permettait que les personnes appelées en témoignage sur le tracé des routes, les péages à établir, etc., fissent leur déclaration sur les lieux par serment devant le juge-de-paix, l'agent chargé de suivre le bill ne resterait pas plus de trois jours à Londres, et les frais d'acte, ou de renouvellement d'acte, ne s'éleveraient pas au-delà de 200 liv. sterl. quand il n'y aurait pas d'opposition.

Vous chargeriez-vous, en qualité d'agent parlementaire de rédiger un bill de route, de le présenter et de le suivre au Parlement pour 200 liv. sterl., toutes dépenses comprises, en supposant qu'il n'y eût pas d'opposition ? — Je me chargerais de plusieurs bills à ce prix, à la condition qu'il me serait permis de prouver, par serment reçu par les autorités des comtés, la vérité de tous les témoignages que le Parlement exige et dans les formes maintenant admises pour les actes de clôture.

Jeudi, 6 mai 1819.

Thomas Telfort, eq. est appelé et interrogé.

Vous êtes, je pense, Ingénieur civil ? — Oui je suis Ingénieur.

Le comité ayant été informé de la perfection des routes que vous avez fait construire sous la direction du Commissaire du parlement pour la route d'Holyhead, désire connaître votre opinion sur l'état des différentes routes à péage du Royaume, et sur les meilleurs moyens à employer pour les améliorer, et perfectionner leur administration ? — Les routes d'Angleterre et d'Ecosse sont en général très défectueuses sous le point de vue des directions et des pentes adoptées. On les a tracées par les hauteurs et montagnes qu'on aurait pu éviter en suivant les vallées adjacentes. Les pentes sont très rapides et les développemens très longs. Plusieurs routes qui ont été améliorées sous la direction des Commis-

saires du Parlement pour la route de Holyhead, avaient autrefois en beaucoup d'endroits une inclinaison de 1 sur 6 ou 7, 8, 9 et 10, et la largeur n'excédait souvent pas 12 pieds; nul soin n'avait été pris dans leur construction, nulle précaution apportée pour garantir les voyageurs au moyen de garde-fous, des dangers courus dans ces lieux escarpés. Les travaux de route exécutés dernièrement dans le nord du pays de Galles peuvent-être cités comme des modeles de routes en montagne quoique la ligne passe dans les cantons les plus difficiles et les plus escarpés; les pentes n'ont en général que 1 sur 30; dans une seule localité d'une grande étendue on n'a pas pu se dispenser de mettre moins de 1 sur 22; et dans une autre partie de 200 verges seulement 1 sur 17; mais la chaussée sur les deux derniers ponts étant très unie, il ne peut y avoir aucun danger pour les voitures.

La largeur de la route est en plaine de 32 pieds, et dans les parties, où les déblais n'excèdent par trois pieds, elle est de 28 pieds; et dans les grands escarpemens et les précipices, elle est de 22 pieds entre les haies. Les bords sont maintenus et garantis par des murs en pierres et des parapets. On a eu également soin de consolider les fondations et de les assècher.

Je citerai parmi un grand nombre de routes tracées sur des hauteurs qu'on aurait pu éviter,

celle de Shrewbury, Worcester et Bath qui est ouverte en montagne, avec pentes rapides, tandis qu'on aurait obtenu une pente faible et beaucoup d'économie, en suivant les bords de la Saverne.

On remarque autant de défauts dans le choix des profils en travers, et le mode d'assèchement des routes, que dans les directions générales et les pentes en longueur; on n'a pris aucun soin pour établir des fondations solides, et préparer les matériaux, pierres ou gravier. Les graviers jettés sans ordre sur les chaussées rendent le passage pénible et durent peu.

Le profil en travers de la route est concave dans le milieu, tandis que les côtés sont encombrés de tas de boue qui s'élèvent quelquefois à 6, 7 et 8 pieds, retiennent l'eau, empêchent son écoulement et causent beaucoup de dommages. L'habitude qu'on a de porter les matériaux sur la route sans les séparer de la terre adhérente occasionne beaucoup d'inconvéniens et de frais; on transporte inutilement cette terre des carrières sur la route; il faut ensuite la séparer et la transporter de nouveau hors de la chaussée; ces opérations causent beaucoup d'embarras aux voyageurs et de pertes au pays. On devrait nétoyer les matériaux aux carrières mêmes, les passer à la claie et même les laver pour enlever toutes les parties terreuses. Ces préparations entraînent;

il est vrai, dans beaucoup de dépenses, mais on reconnait ensuite qu'elles sont économiques par les avantages qu'on en retire.

Les matériaux sont en général de diverses grosseurs, et ne peuvent être ainsi employés. On doit les laisser en fragmens de 7 à 8 onces environ; placer les plus gros dans les couches inférieures, et ranger les plus petits dans les couches supérieures; enfin il faut donner au profil en travers une faible inclinaison qui soit toutefois suffisante pour l'écoulement des eaux sur les côtés. Ce profil doit avoir la forme d'une ellipse très applatie dont le point le plus haut n'ait que 9 pouces pour une route de 30 pieds de largeur.

Je recommande de toujours placer les fossés en dehors de la haye du côté de la campagne, et de pratiquer dans cette haie des ouvertures pour l'écoulement des eaux.

Les réglemens relatifs aux haies plantées de chaque côté de la route sont de la plus haute importance sous le point de vue de la perfection des routes. Elles ne doivent jamais avoir plus de 5 pieds au-dessus du point le plus élevé de la route, et il est nécessaire d'enlever tous les arbres qui sont à moins de 20 pieds du centre. J'évalue à plus de 20 pour cent les frais de réparations occasionnés par le voisinage des haies et des arbres, surtout du côté du midi. Cette observation paraîtra évidente à tous ceux

qui auront comparé les parties de routes à l'ombre, à celles exposées à l'action du soleil et de l'air. Ces remarques s'appliquent particulièrement aux routes dont la surface est au niveau des terres adjacentes; mais dans beaucoup de routes d'Angleterre le fond est de trois à six pieds plus bas que les champs voisins; c'est une espèce de canal où les eaux se réunissent et séjournent; nulle amélioration, en pareil cas, n'est pour ainsi dire possible; il y aurait beaucoup d'avantages et d'économie surtout à renoncer à ces chaussées et à les tracer sur les terres adjacentes où elles seraient exposées au soleil et garanties des eaux.

Lorsque le sol est humide, et plein de sources, on doit au-dessous des fondations ouvrir des rigoles transversales qui recueillent les eaux et les conduisent dans les fossés ouverts au dehors des haies ainsi que je l'ai déjà indiqué.

Si le fond d'une route est d'argile ou de terre à pot, je conseille d'y établir en remblais une couche de terre végétale sans toucher au sol naturel, de manière à ôter toute communication entre l'argile et les matériaux.

Lorsque le pays ne fournit que du gravier, j'ai déjà dit qu'il faut le cribler avec soin, le diviser selon la grosseur, en séparer les parties terreuses par le passage à la claie, ou le lavage; mais la première de ces opérations ne suffit pas ordinairement parce que la terre est très adhé-

rente, et la seconde est souvent difficile et chère; dans ce cas on laisse les tas de gravier criblé, exposés à la gelée et à la pluie et après six mois ou un an de séjour, on le passe de nouveau.

Les grosses pierres qui se trouvent dans ce gravier ont souvent une forme irrégulière; il faut les briser, ainsi que toutes les pierres rondes. Il est essentiel d'apporter une grande attention dans la forme et le poids du marteau qu'on doit proportionner à la grosseur des pierres à casser. Cette précaution qui paraît peu importante donne cependant des résultats qui diffèrent de plus de 10 pour cent. On doit aussi recommander de briser les pierres sur le tas, et non sur la route.

Pensez-vous que le gravier des environs de Londres, étant judicieusement employé, pourrait donner des routes capables de résister aux charges énormes des voitures? — Les graviers des environs de Londres, quoique siliceux, se réduisent facilement en poussière et ne peuvent donner de bonnes routes.

Pensez-vous qu'il soit possible et praticable d'obtenir par les canaux de meilleurs matériaux et par ce moyen de bonnes routes, sans être obligé de les paver? — Il est certain qu'on pourrait se procurer à Londres de bons matériaux, soit par les canaux, soit par la Tamise, mais je crois qu'il est plus économique et préférable

de paver les routes aux abords de la capitale.

Etes-vous d'avis qu'il est nécessaire de paver toute la largeur de la route, ou qu'on doive se borner à paver le milieu ou les côtés, ainsi que quelques témoins l'ont conseillé? — Je pense qu'on doit se borner à paver le centre, et à faire le reste en gravier; nous avons employé sur nos nouvelles routes le métal ou des pierres brisées sur 16, 18 ou 20 pieds au centre, et fait le reste en gravier, ayant soin de le tenir parfaitement sec; par ce moyen nous avons obtenu d'excellentes routes.

Avez-vous quelques principes à recommander relativement à la forme à donner aux pavés? — Je regarde comme très imparfaites la forme des pavés et les méthodes des employés dans leur construction. Cette forme est pointue, angulaire et tend à faire enfoncer les pierres. Les pierres ont aussi des grosseurs inégales; il est essentiel de les faire cubiques, afin que la partie inférieure ayant la même surface que celle supérieure, soit capable de plus de résistance.

Le surcroit de dépenses occasionné par la condition de rendre les pierres cubiques serait-il convenable? — Il y aurait sans doute plus de travail et de pertes de matériaux; mais cette dépense serait gravement compensée par les avantages qu'on en retirerait.

Avez-vous l'opinion que les voitures très chargées qui circulent sur les routes à barrières les dégradent beaucoup? — Oui.

Êtes-vous d'avis que la largeur des roues de certains chariots justifient l'exemption de taxes qui a été accordée ? — Certainement non.

Comment voudriez - vous proportionner les péages aux charges des voitures ? — Je pense que le mode le plus convenable serait de proportionner les péages aux poids portés par chaque roue, sans avoir égard à la largeur des roues, pourvu qu'elle ne fût pas au-dessous de quatre pouces.

Pour régler les péages de cette manière, ne serait-il pas nécessaire de peser les chariots à chaque barrière ? — Les préposés en auraient le pouvoir ; mais on pourrait se borner à donner des billets ainsi que cela se pratique sur les canaux.

Pour obtenir de bonnes routes dans tout le Royaume, les conserver en parfait état et le faire avec économie, quelle serait la limite de la charge des voitures que vous voudriez fixer ? —Je pense que la charge ne doit jamais excéder quatre tonneaux sur quatre roues, ou un tonneau par roue ; quand la charge dépasse ce poids, les matériaux les plus durs et les meilleurs sont écartés ou brisés.

Mardi, 11 mars 1819.

EXTRAIT

De la situation des Trusts à barrières des environs de Londres, en 1818.

NOMS DES TRUSTS.	LONGUEURS des routes.		MONTANT DES Péages 1818	MONTANT DES Dépenses 1818.	DETTES.
	mill.	yards	liv. sterl.	liv. sterl.	liv. sterl.
Nouvelle route de Surrey.	6	440	9,210	9,210	9,000
Route de la Lite........	1	440	1,645	1,661	1,624
Sainte-Marie Lebone....	4	1584	3,960	3,809	3,500
Kinsington	17	»	14,660	12,934	11,500
Cannon Street.........	1	747	1,167	962	3,520
New Cross.............	39	660	11,833	11,661	2,465
Whitechepel.	34	220	12,450	13,086	2,300
Surrey et Sussex.......	57	798	14,607	14,759	3,750
Highgate et Hampstead..	20	»	11,536	14,184	7,000
Harkney...............	6	880	4,355	3,942	2,100
Old Street............	1	880	1,520	1,255	»
Stamford Hill.........	20	880	10,540	11,393	15,000
	210	489	97,483	98,856	62,659
			464 l. s.	470 l. s.	298 l. s.
			45 sch. par mille	14 sch par mille	7 sch. par mille

REMARQUES

SUR

L'OUVRAGE DE M. M.c ADAM,

Et examen de la législation des travaux publics,

PAR BENJAMIN VINGROVE, INSPECTEUR-GÉNÉRAL DES ROUTES A PÉAGE DE BATH.

A MM. William Diekinson éq., sir Thomas Buckler Lethbrigde bar.[t], *John Bennet éq.*, *et John Bugdale Astley éq.*, *membres du Parlement des comtés de Sommerset et Wilts.*

Messieurs,

Votre zèle à remplir les hautes fonctions qui vous sont confiées est si généralement connu que je ne balance point à vous adresser quelques réflexions sur un des points les plus importans de notre économie politique, que vous pouvez être bientôt appellé à juger au Parlement.

Le public, mécontent du mauvais état de la plupart des grandes routes du Royaume, et des pertes qu'il en éprouve, a manifesté l'opinion que les lois existantes ne donnaient pas tous les moyens de rendre les routes excellentes, et a réclamé, par cette raison, l'intervention des Chambres.

Le Parlement, informé de la gravité du mal, et voulant le faire cesser, a chargé, à chaque session, depuis 1808, un comité spécial, de lui proposer les moyens d'y remédier.

Ces divers comités, dont les recherches laborieuses sont audessus des éloges, ont pris partout des informations, réuni une grande masse de faits, adressé au Parlement plusieurs rapports qui ont été imprimés, distribués, et ont

présenté à la dernière session un bill, *pour amender et compléter les lois générales sur les routes à péage de la partie de la Grande-Bretagne, appelée Angleterre.*

Je prends le plus vif intérêt, comme Commissaire-voyer de Bath, et Inspecteur de plus de trois cents milles de routes à péage, à tout ce qui concerne les routes, et je croirais manquer à mon devoir, si je négligeais de faire connaître sur le bill proposé, les observations qui me sont suggérées par une longue expérience. Cependant je ne me dissimule point la haine à laquelle je m'expose, si je me permets, sans raisons suffisantes, de contredire, sur quelques points, le comité qui a présenté le bill, ou les personnes dont les opinions ont eu de l'influence dans sa détermination. Ce motif, et l'espoir qu'une main plus habile entreprendrait cette tâche, m'avaient d'abord empêché de publier mes remarques. J'ose espérer, Messieurs, que ni vous, ni les membres éclairés du comité qui ont présenté le bill, ne m'accuserez de présomption et ne condamnerez la liberté que je prends d'exposer franchement mon opinion et de la publier.

Les enquêtes du Parlement pour recueillir les renseignemens importans qu'il a fait connaître, et les savans ouvrages récemment publiés sur cette matière, ont excité au plus haut degré l'intérêt du public, et lui avaient fait concevoir l'espé-

rance qu'on arriverait bientôt au système le plus parfait. Les Magistrats, les Commissaires, et les Officiers, pensaient que les lois seraient mieux définies et plus complètes, les pouvoirs mieux réglés, et la tâche des juges plus facile; et la nation croyait qu'on prendrait les précautions nécessaires pour réparer les routes, les entretenir en bon état, et régler le meilleur emploi des impôts; mais en étudiant le bill, peut-on se défendre de reconnaître que s'il passe en loi, l'attente du public ne soit trompée? Ne doit-il pas arriver que par cette surabondance de lois, les Magistrats auront plus de difficulté à les entendre et à les appliquer; les Commissaires plus d'embarras à fixer et à percevoir les péages; les Officiers plus d'entraves dans leurs fonctions; et tous ensemble ne trouveraient-ils pas que ces lois diminuent les ressources, conservent la chance des abus et ôtent la possibilité de réaliser les espérances données? Quant à moi, j'ai été aussi surpris qu'effrayé, par la lecture du bill, qui doit avoir les plus funestes conséquences, s'il passe en loi.

Dans l'examen de ce bill, je passerai légèrement sur les points de détail, et ne discuterai que les plus importans.

L'article 2 ordonne la suppression et la vente des ponts à bascule établis sur les routes à péage, et prescrit pour remplir le même but, une augmentation de droits sur les voitures tirées par

plus de quatre chevaux ; ainsi la limite de la charge ne sera fixée que par le nombre et la force des animaux. Cette classe qui met en opposition la fatigue de l'animal et l'avarice du maître, n'est-elle pas une prime offerte à la cruauté, par acte du Parlement.

Le bill, offre il est vrai, une espèce d'équivalent en encourageant l'amélioration des roues de voitures, par la réduction des droits sur les plus parfaites ; mais cet avantage ne sera-t-il pas plus que compensé par la diminution des droits de péage ou des ressources, et par les dégradations que ne manqueront pas de produire les excès de charge qu'on ne pourrait plus empêcher.

On se demande quel est le motif puissant qui détermine à changer la législation des grandes routes, établie par un acte du Parlement (13.e année du règne de Georges III), à renoncer à ce système excellent, sanctionné par une expérience de près de cinquante années, et qui a été de plus en plus répandu ?

Pourquoi détruire les ponts à bascule et faire le sacrifice des sommes énormes qu'ils ont coûtées ? (1) car on ne peut supposer qu'on puisse trouver à les vendre à aucun prix, lorsqu'on aura renoncé à leur usage ; et par quel motif

(1) Sur les routes de Bath seulement, on compte dix ponts à bascule, dont cinq sont construits depuis quatre ans et ont coûté 50,000 fr.

renoncer aux plans et à l'ordre établi avec tant de peine et de soins par les Commissaires, hommes instruits, zélés et les meilleurs juges en cette matière? on change un mode sage de perception; on désorganise tout pour introduire un système nouveau, basé seulement sur des théories incertaines, applicable peut-être dans quelques cas particuliers, mais nécessairement ruineux dans beaucoup d'autres (2).

Les dégradations des routes peuvent être attribuées à deux causes principales, l'une naturelle, l'influence atmosphérique ou celle de la gelée, de la pluie, etc., et l'autre artificielle, le péage des voitures. Il faut aussi distinguer, dans l'action des transports, sur les routes, deux effets; la pression et le frottement.

La pression ne contribue pas seulement à augmenter le frottement, mais elle devient destructive lorsqu'elle dépasse certaines limites;

---

(2) Je pourrais montrer par un grand nombre de faits, que le bill sera nuisible; mais je me bornerai à en citer quelques-uns relatifs aux routes de Bath, dont je suis l'Inspecteur; ces routes, les plus fatiguées du Royaume, pour le nombre et la charge des voitures, où il passe chaque jour, entr'autres articles, dix mille boisseaux de charbon et cinq cents tonneaux de pierres, ne rendraient plus, par l'application du taux des péages fixé par le bill, que les sept huitièmes des droits maintenant perçus, et cependant elles seraient beaucoup plus dégradées par l'augmentation de la charge des voitures.

par exemple, si la résistance de la route est plus faible que le poids des voitures, ce poids enfoncera la chaussée et en déterminera la ruine.

Les principes que nous exposons ont été développés par un grand nombre de savans dans les dépositions importantes reçues par les divers comités du Parlement, et ont été établis par beaucoup d'écrivains, et surtout par le célèbre Adam Smith (1), qui dit : « Quand les voitures » qui passent sur les routes ou ponts paient en » proportion de leur poids, elles paient pour » l'entretien des travaux publics, exactement » en raison du dommage qu'elles occasionnent; » il semble impossible de trouver un moyen » plus juste de fournir aux frais de construction » et de réparations de ces travaux. »

Ces témoignages irrécusables qui justifient le système de limiter les charges des voitures (2) et de régler les péages par le poids, donnaient droit d'espérer que le nouveau bill, au lieu de détruire les principes établis, modifierait convenablement le taux des péages, et les réglerait d'après le poids. On trouve dans les dépositions reçues par le comité et publiées par son ordre, plusieurs plans fondés sur de telles bases, et particulièrement des observations lumineuses

(1) Richesse des Nations, 3.e volume.

(2) Nous pensons que le poids de chaque voiture ne devrait point excéder quatre ou cinq tonneaux, ou 8 ou 10,000 livres, excepté dans quelques cas extraordinaires.

fournies par Win Clark, Magistrat et Commissaire de la contrée.

On devait présumer que le comité qui a proposé le bill, l'aurait rédigé d'après les dispositions et documens recueillis ; cependant on remarque que M. M.c Adam est le seul qui ait combattu le principe de limiter les charges, et qu'il se trouve en opposition avec les plus célèbres écrivains et tous les savans qui ont été consultés, en soutenant que le poids a peu d'influence dans les dégradations des routes, et qu'on doit renoncer aux ponts à bascule. Il prétend que ces machines sont un moyen d'oppression et surtout de fraudes que les préposés commettent d'accord avec les charretiers.

C'est par des considérations si légères que M. M.c Adam se hasarde à proposer une mesure aussi extraordinaire. Mais, je le demande, existe-t-il un système quelconque dont on ne puisse aussi abuser ? — On pourrait également soutenir qu'on devrait renoncer aux moyens d'échange en usage, l'argent et le papier, parce qu'on peut fabriquer quelques pièces fausses, ou des billets de banque.

Le comité, en adoptant l'opinion de M. M.c Adam a donné sa sanction au système d'entretien des routes de cet Inspecteur qui avait été déjà accueilli favorablement. Cependant, comme il me paraît être fondé sur une erreur qui pourrait se propager et devenir de plus en plus fu-

neste, je crois devoir la combattre, et m'écarter un instant, par cette raison, du sujet du bill que j'examine.

Je dois prévenir que je ne cherche nullement à déprécier le mérite de M. M.c Adam; que j'ai moi-même loué plusieurs de ses travaux dans un écrit que j'ai publié il y a quelques années. Quoique je n'aie nulle intention et nul motif de vouloir le contredire, cependant, je me trouve aujourd'hui forcé de combattre ses opinions, parce qu'il m'a comme identifié indirectement avec son système, en s'attribuant le mérite de l'amélioration des routes de Bath qui n'est dû qu'à moi-même (1).

(1) M. M.c Adam dans ses dépositions dit, que les chemins de Bath ont été réparés avec le plus grand succès, d'après le système qu'il a fait connaître aux Commissaires, quoiqu'on ait employé des pierres de si mauvaise qualité, qu'on avait jugé impossible de pouvoir en faire usage, qu'à la vérité la route durera moins long-tems qu'avec de bons matériaux, mais qu'elle sera toujours bonne pendant toute sa durée.

C'est une des plus grandes faussetés qu'on ait jamais publiées; voici les faits : J'avais depuis long-tems essayé envain, soit par des articles dans les journaux, soit en ma qualité de Commissaire, de faire changer le mode d'entretien. Au commencement de 1817, les routes étant très dégradées, et voyant les améliorations qne M. M.c Adam avait obtenues sur celles de Bristol, notre bureau désira connaître son avis, et m'invita à l'assister dans sa visite.

J'entreprends, il faut en convenir, une tâche dangereuse, de combattre un système considéré par le public, comme le meilleur moyen de réparer les mauvaises routes, le comité du Parlement ayant d'ailleurs déclaré dans un rapport que ce système est complettement justifié par une heureuse expérience de trois années et

---

M. M.e Adam recommande de relever la chaussée de nos routes, moyen que je désapprouvai.

J'offris mes services comme Inspecteur général, je fus choisi par le bureau, composé de cent douze Commissaires, de préférence à M. M.e Adam, mon compétiteur, pour cette place. Les Commissaires cependant décidèrent que le système de M. M.e Adam, serait adopté, et je fus obligé de m'astreindre à suivre la marche tracée dans son rapport (car je n'avais aucune communication directe avec lui), dans lequel il dit, que les mêmes matériaux pourront servir à faire une route excellente, s'ils sont habilement employés ; qu'il ne faut qu'un travail manuel, pour obtenir une amélioration, et que, l'argent dépensé en transports de matériaux est mal employé ou perdu. J'ai fait sur des routes construites en pierres peu dures, l'essai de cette méthode qui a complètement échoué. Cette expérience décida les Commissaires à renoncer à ce système et à suivre le mien, qui se réduit aux précautions et travaux suivans : Soigner complettement les chaussées, consolider les fondations, changer le bombement, augmenter l'épaisseur par l'addition des meilleurs matériaux. J'en ai employé vingt mille tonneaux la première année et adopté généralement les principes établis dans l'ouvrage de M. Christian, où je présume que M. M.e Adam a puisé l'idée de relever les chaussées des routes.

demie(1). J'avoue que ces considérations m'ont quelque tems arrêté ; cependant comme on ne peut corriger les erreurs et faire triompher la vérité que par la publicité et le froissement des opinions, il m'a paru que tous ceux chargés de l'entretien des routes, doivent par devoir émettre franchement leur avis sur des questions d'un intérêt si général.

Les écrits et les dépositions de M. M.e Adam, renferment un mélange de réflexions judicieuses, de paradoxes et d'observations déplacées qui rabaissent son mérite. Il faudrait dépasser les bornes qui me sont imposées dans ce mémoire, pour relever toutes ses erreurs. Je me contenterai de discuter les doctrines nommées par lui la base de son système ; doctrines qui lui ont servi à établir des méthodes-pratiques fausses, et à inspirer au public une confiance trompeuse. Je suis convaincu que le pays serait exposé à faire les plus grandes pertes, si on ne se hâtait de faire connaitre la vérité.

M. M.e Adam après avoir cité deux vérités bien reconnues ; qu'un chemin doit former une surface forte, unie et solide, où les roues ne doivent point entrer, et que la résistance est produite par les matériaux de la chaussée, arrive à cette singulière conclusion que toutes les anciennes routes d'Angleterre sont trop épaisses, et qu'elles ont assez de matériaux pour un entretien de

(1) M. M.e Adam a été nommé Inspecteur-général des routes de Bristol, en janvier 1816.

plusieurs années ; je diffère entièrement d'opinion avec lui sur ce point.

J'ai reconnu, en parcourant pendant vingt-cinq ans, les routes du royaume, par la recherche des causes de leur dégradation, et dans la direction des travaux de districts étendus, que les chaussées, au lieu d'avoir trop d'épaisseur, ou, selon l'expression de M. Mc. Adam, d'être trop faites, sont, au contraire, trop peu épaisses, trop faibles, et pas assez faites. Il ne m'a jamais été possible, dans ma longue expérience, de pouvoir établir une route sans y ajouter beaucoup de matériaux neufs.

Toutefois M. Mc. Adam, en suivant son système impitoyable de réduire l'épaisseur de la chaussée qu'il juge trop forte, est parvenu à procurer un avantage qui frappe les yeux des voyageurs et les séduit, en rendant les routes plus unies ; mais il s'est exercé sur les routes de Bristol qui ont ensemble 150 milles, où l'abondance et le bas prix des matériaux avaient déterminé à en mettre outre mesure ; il a pu obtenir, par son système, une amélioration sensible, avec une réduction apparente dans la dépense. Mais en examinant l'état fourni par M. M.c Adam pour l'entretien des routes de Bristol, on reconnait que l'économie est illusoire. Nous demandons à M. M.c Adam si, dans l'année 1815 qui a précédé sa nomi-

nation d'Inspecteur, ces routes n'ont pas été recouvertes par une grande quantité de matériaux; si, les années suivantes et pendant ses fonctions de 1816 et de 1817, il n'a pas augmenté le travail par corvées, et s'il n'est point parvenu à faire réduire le prix des matériaux, en employant les pauvres de Bristol à extraire et à briser les pierres, ou par tout autre moyen. S'il en est ainsi, les résultats qu'il annonce sont loin d'être exacts.

Mais en laissant ces considérations de côté, et en admettant, ce qui est hors de doute, l'amélioration de la surface; il n'en est pas moins vrai que les économies supposées de ce système sont à prouver; car la méthode de relever les chaussées, surtout en certaines saisons, occasionne une forte réduction d'épaisseur de la chaussée et une grande perte de matériaux. (1) Plus tard, il faut réparer l'épuisement et donner à la chaussée une épaisseur proportionnée au nombre et au poids des transports; en dernier lieu, l'économie du système reste encore à démontrer.

(1) J'ai lieu de croire que M. Mc. Adam a, depuis longtems reconnu qne l'assertion qu'il avait avancée, qu'un chemin de Bristol fait avec des pierres calcaires noires ne s'usait, par année, qu'à raison d'un pouce de hauteur, n'est pas exacte. Je puis attester que les parties de la même route dont je suis chargé, faites avec des matériaux entièrement semblables, s'usent, dans certaines saisons, à raison d'un pouce de hauteur, par mois.

Le convertissement d'une route inégale, raboteuse, fatiguante pour les voyageurs, en une surface de niveau et fort unie, doit, à juste titre, obtenir l'approbation du public, et M. M^c. Adam qui est parvenu à remplir ce but, a justement acquis, par cette raison, des éloges et du crédit. Son système, restreint dans de justes limites, serait très-avantageux; mais malheureusement le public séduit par ses dissertations réitérées et spécieuses, a cru que son plan était d'une application générale et procurait de grandes économies.

Comme l'avantage d'avoir une route unie est très-important, la méthode de M. M^c. Adam, considérée sous ce point de vue, doit nécessairement faire partie du meilleur système d'entretien des routes; mais, prétendre que la réparation convenable de la surface, est le moyen fondamental et unique d'améliorer les routes, quels que soient le sol, le climat, le nombre des transports, la nature des matériaux, est une méprise qu'on ne saurait trop tôt signaler.

Il a même poussé les conséquences de son système jusqu'à soutenir qu'il faut relever les fondations des chaussées, en diminuer l'épaisseur, et que le sol naturel d'un marais est préférable à un fond de rocher ou de pierres. En résumé, le système que M. M^c. Adam cherche à établir, est contredit par les principes de la physique et par l'expérience.

Le public justement empressé d'obtenir les routes les plus unies, et trompé par des promesses spécieuses, s'est laissé persuader que le nouveau système était le plus économique et le meilleur de tous, et a légèrement permis que, sur une grande étendue on relevât les fondations des chaussées et qu'on réduisît leur épaisseur.

Dans plusieurs endroits les pierres de bordures destinées à maintenir les côtés des chaussées, et à servir de culées, mais qui par suite de l'état d'abandon des routes étaient en saillie, ont été enlevées, brisées en petits morceaux (qu'un Inspecteur-Voyer venait gravement peser) et jetées sur la route pour y être broyées sous les roues coniques d'un usage si funeste. Tel est le résultat du nouveau système révolutionnaire qui rejette à-la-fois ce qu'il y avait de bon et de mauvais dans le dernier système. On aura peine à croire que tous ces changemens soient ordonnés sur la foi d'un homme spéculatif dont l'expérience dans l'art d'établir les routes ne date que de quelques années.

On avait jusqu'ici pensé que l'arrangement d'une bonne fondation était la partie essentielle de l'art de construire les routes, et les Ingénieurs employés depuis un siècle ont confirmé par leur expérience, cette méthode dictée par la raison. Aussi, on aurait traité de présomptueux, d'ignorans, d'hommes spéculatifs et à théorie, ceux qui auraient émis l'opinion con-

traire. Mais dans ce siècle de charlatanisme, l'expérience, la raison, les lois mêmes de la physique, tout doit céder à l'empire de la mode; on ose proclamer que si une chaussée est unie et solide, sa base, qu'elle soit d'argile, de sable, ou de vase, ne sera pas plus comprimée par l'action du roulage, et qu'une route bien faite est une masse solide, ou un corps lié dans ses parties, comme une pièce de bois (1).

Je demanderai par quel principe de physique on peut expliquer que des pierres, même calcaires, cassées en petits morceaux du poids de six onces chacune, puissent s'unir, s'agglomérer, et faire sans addition de substances étrangères, un tout solide, comme une pièce de bois.

M. M.c Adam rejette, comme inutile, tout agent chimique, et prétend que l'arrangement mécanique suffit pour former une masse compacte, ferme et capable de supporter un poids indéfini. Mais admettons cette supposition, il n'en est pas moins douteux qu'une chaussée sans fondemens, sans bordures ou culées, et d'une

(1) Je demandais à un Ingénieur très habile à qui l'Angleterre doit plusieurs de ses plus belles routes, pourquoi il ne publiait pas ses observations sur un système qu'il jugeait aussi extraordinaire que préjudiciable; il me répondit : il serait inutile d'essayer de lutter contre la mode; laissez faire ces drouineurs (2) de routes; avant sept ans, ils auront préparé assez d'ouvrage aux Ingénieurs.

(2) Drouineurs, mauvais raccommodeurs de chaudrons, qui font deux trous en bouchant un.

épaisseur réduite, puisse garantir le fond d'argile ou de sable de l'action puissante des voitures, qui détruit les routes les plus solides. Comme en pareille matière, des faits ont plus de poids que des raisonnemens, je citerai pour combattre la doctrine monstrueuse que nous examinons, l'exemple suivant, trop connu pour être révoqué en doute.

Les routes à péage de l'arrondissement de Tannson, qui ont 90 milles, ne rendant que de faibles produits furent données à l'entretien par bail, à des paroisses et à des particuliers, plusieurs années avant ma nomination d'Inspecteur. On négligea, comme il arrive trop souvent en pareil cas, d'y transporter les matériaux nécessaires, et de faire les réparations urgentes; des ornières se formèrent, devinrent de plus en plus profondes et arrivèrent jusqu'aux pierres de fondation qui furent brisées, enfoncées ou retournées; il se forma de dangereuses fondrières par l'action des eaux de pluie ou de sources qui détrempèrent ce sol de glaise et de sable, et par celles des voitures qui pénétraient dans ce sol saturé d'eau. On fut forcé, pour rétablir la viabilité, d'enlever la vase de ces fondrières, d'en couvrir le fond avec des bûches de bois, et d'en remplir les trous avec des pierres; opérations qui occasionnèrent des peines et des dépenses incalculables. Je pourrais encore citer d'autres faits qui prouvent le danger de réduire

l'épaisseur des chaussées, et de détruire les fondations des routes réparées d'après des baux. Je suis convaincu qu'une bonne fondation est essentielle à la conservation des routes, et c'est aussi l'opinion de tous les écrivains et des Ingénieurs qui ont traité ce sujet. J'apprends que M. Telford célèbre Ingénieur, adopte ce mode dans la construction de la grande route nationale de Holyhead, et je n'ai jamais entendu dire qu'on ait fait ou réparé des routes, d'après un autre système ; j'en excepte toutefois celles confiées à M. M.c Adam ; mais l'expérience de sa méthode est trop récente pour en admettre les principes (1). On pourrait également avancer que des fondations ne sont pas plus nécessaires à un édifice qu'à une bonne route. Je suis sur ce point, parfaitement d'accord avec M. Chambers, qui regarde le manque de fondations des routes d'Angleterre, comme le plus grand défaut. Le choix et l'arrangement des matériaux pour les fondations d'une route, exigent beaucoup d'expérience et de sagacité, tandis que l'arrangement de la surface, la partie la moins importante de l'art de construire les routes, est l'office des surveillans.

(1) M. Knight, qui s'occupe de l'amelioration d'une vaste terre appelée Exmoor, avait établi plusieurs routes sans y faire de fondement, et d'après le procédé de M. M.e Adam, j'apprends qu'elles sont déjà fortement dégradées. C'est un fait important qu'il faudrait vérifier et faire connaître au public.

Il est bien d'autres points sur lesquels je diffère également d'opinion avec M. M.c Adam, ainsi que je l'ai dit ; mais comme ils sont moins importans et ne se lient qu'à la législation, je m'abstiendrai maintenant d'en faire mention, et je reprendrai, après cette longue digression, la suite de mes observations sur le bill présenté.

J'ai déjà exposé contre ce bill une objection très forte qui devrait le faire rejetter ; je me bornerai maintenant à examiner l'ensemble de ce projet et quelques-uns des articles en détail.

La multiplicité de nos lois sur toutes les parties de l'administration publique, est considérée par tous les hommes d'état, comme le grand vice de notre gouvernement. Mais il n'est aucune branche ou cette surabondance soit plus nuisible que dans la législation des grandes routes. L'exécution et l'application de telles lois ne dépendent pas seulement des magistrats, mais des Commissaires et officiers en sous ordre qui ont besoin de connaître, par des définitions précises, leurs relations et devoirs respectifs. Quoique le nouveau bill renferme beaucoup de dispositions utiles, on ne peut disconvenir qu'outre les inconvéniens que j'ai déjà indiqués, cette nouvelle loi ajoutée aux anciennes, n'augmente encore l'embarras et les abus dans les applications.

Le nouveau bill ne contribuera point à diminuer les difficultés qu'on éprouve d'obtenir

les travaux en nature ou corvées ainsi que je chercherai à le faire voir plus bas.

L'obligation imposée au secrétaire de paix, de rendre ses comptes chaque année, est sans contredit une amélioration importante, surtout si on adopte la proposition faite par le comité de 1819, de nommer des Inspecteurs par comté. Mais la mesure qui prescrit de renvoyer tous les comptes du secrétaire d'état, pour les soumettre ensuite au Parlement, ne me paraît d'aucune utilité. Déjà on soumet au Parlement plus de comptes qu'il ne peut en examiner, et son intervention dans ces détails nombreux est sans doute impossible. Cette mesure est encore une de ces innovations qui n'ont pas été présentées et ne sont appuyées que par M. M.c Adam. Cet Inspecteur propose à tort, comme le meilleur moyen de prévenir le mauvais emploi des fonds, d'établir un contrôle par la comparaison des travaux des différens trusts, et d'obtenir les moyens d'apprécier la conduite des fonctionnaires chargés de ce service.

Ces observations et d'autres de même nature de M. M.c Adam, fort injurieuses pour le Commissaire, ne sont appuyées d'aucun fait, et ne peuvent conduire à aucun bon résultat.

Comment le Parlement pourrait-il apprécier des travaux et des dépenses qui varient avec tant de circonstances locales, et comment éta-

blir quelque comparaison entre les dépenses, puisqu'il est impossible de les régler par des dispositions générales; deux districts ne se trouvant pas exactement dans les mêmes circonstances? — Les dépenses ne sont-elles pas variables selon l'épaisseur de la chaussée, la distance des carrières, la nature des matériaux, leur rareté ou leur prix, et surtout selon le plus ou moins de transports opérés sur chaque route? Ces circonstances et beaucoup d'autres, rendront toujours inexécutable le projet de M. M.c Adam, qui voudrait soumettre toutes les routes du Royaume à un même système général et uniforme de construction et d'entretien. Il ne serait pas plus déraisonnable de vouloir ordonner pour toutes les terres d'Angleterre, un même système d'assolement et de culture!

Telles sont les principales objections que j'avais à présenter contre le bill. Beaucoup de personnes qui les ont jugées importantes doivent se réunir pour s'opposer, par des pétitions, à l'adoption de l'acte. Maintenant je me hasarderai à soumettre mon opinion sur quelques points de la législation actuelle des routes que je crois susceptible de perfectionnement, et je serai encore conduit à revenir sur le bill en question.

En étudiant les lois actuelles et les dépositions reçues par les divers comités, on reconnaît que le mauvais état des grandes routes doit être

attribué en grande partie au peu d'instruction et d'intelligence des personnes employées à leur réparation. Cet inconvénient va disparaître par les soins que prennent les Commissaires de ne confier les travaux, et toutes les affaires relatives aux routes qu'à des personnes connues et respectables. Il en résultera nécessairement une grande amélioration. Mais la perfection du système exige que des dispositions législatives sanctionnent ces mesures et les rendent indépendantes des hommes. Les lois, quoiqu'excellentes et sages dans le principe, ne peuvent être immuables; elles doivent être modifiées selon les tems, et recevoir tous les perfectionnemens que nécessitent les progrès des sciences et les changemens des circonstances.

Par les lois existantes, l'entretien de toutes les routes, soit à péage ou vicinales, est à la charge de la paroisse qu'elles traversent, et les péages perçus sur les routes à barrières ont été considérés comme un complément de fonds paroissiaux, qu'on jugeait insuffisants pour ouvrir de nouvelles routes et réparer les anciennes. Cette disposition, la plus convenable peut-être dans le tems, paraît maintenant défectueuse. Quand le Gouvernement voulut introduire le système de barrière ou de péage pour l'entretien des chemins, il éprouva une résistance générale, dut étouffer des révoltes qui coûtèrent la vie à plusieurs personnes, et ne parvint à

établir ce mode qu'avec beaucoup de peine. Mais maintenant le public plus éclairé est partout d'avis que le voyageur doit rembourser les dépenses qu'on fait pour sa commodité, c'est-à-dire, que les péages des routes à barrières doivent suffire pour payer tous les frais de réparation.

Les lois obligent les habitans de chaque paroisse à réparer les diverses routes qui la traversent, et les assujétissent à des prestations en nature ou aux corvées, même pour l'entretien des routes à péage ; elles laissent aux magistrats le soin et le droit de distribuer le travail, sans leur tracer de règles fixes, d'où il résulte des différences très marquées d'un lieu à l'autre. Dans certains districts, où les dettes hypothéquées sur les routes à péage sont très faibles, ces routes sont cependant presqu'entièrement réparées par les corvées, au grand détriment de l'agriculture ; tandis que dans d'autres districts on n'exige que peu de corvées pour les routes à péage, dans quelques-uns, même anciennes, quoique les dettes hypothéquées soient très élevées, les magistrats ne veulent pas contraindre le peuple de faire des corvées, et quelques-uns même refusent de les ordonner.

On peut conclure de ces observations, que la législation actuelle, si excellente en beaucoup de points, est arbitraire et oppressive dans d'autres; qu'elle donne lieu à des discussions

funestes entre les magistrats, les Commissaires et les officiers, et leur cause des embarras très préjudiciables aux intérêts publics. Les voyers, dans l'application de la loi, trouvent des difficultés sans nombre et un ennemi à chaque pas. On leur oppose sans cesse quelques articles de la loi lorsqu'ils exigent des prestations en nature et veulent remplir leur devoir. Leur tâche est aussi difficile que pénible. Je suis persuadé que quelques modifications à la législation actuelle du système d'entretien des routes, procureraient de grandes améliorations; cependant je ne me dissimule pas la difficulté d'atteindre ce but; il faut donner au public, par des lois précises, l'assurance que les routes seront toujours bien entretenues, et aux propriétaires des créances hypothéquées sur les péages, les garanties suffisantes du remboursement de leurs capitaux. Le changement que je propose me paraît procurer ce double avantage : je voudrais simplement que le travail des corvées, au lieu d'être le principal ne fût que secondaire, et seulement ordonné dans des cas extraordinaires, imprévus et d'une urgence bien constatée. J'accorderais aux magistrats le pouvoir de faire régler chaque trimestre par les Commissaires ou par la majorité des paroisses, la valeur du travail par corvées, et de la remplacer par une addition suffisante de péages; afin de suffire à l'entretien des routes et au paiement des dettes

hypothéquées sur les recettes des barrières. Dans le cas de plainte contre la situation ou la gestion d'une route à péage, une autorité expéditive et forte(telle peut-être qu'elle est organisée dans le nouveau bill pour certains cas particuliers) aurait le droit de pourvoir aux réparations, en levant un impôt sur les paroisses, si les péages étaient reconnus insuffisans; mais encore serait-il avantageux de laisser la disposition de tous les fonds aux magistrats de la contrée.

Il serait aussi nécessaire de donner aux magistrats, à chaque session trimestrielle, le pouvoir d'augmenter ou de diminuer le taux des péages, d'après le rapport des Commissaires et les dépositions des parties intéressées et grévées; mais sans altérer le principe qui doit régler les péages, et garantir les créances hypothéquées. L'institution de ce pouvoir épargnerait les frais énormes que cause le recours au Parlement, quand les péages ne rendent pas assez, et servirait à corriger cette inégalité (1)

(1) Dans le district de Bath, où la plupart des matériaux sont de la plus mauvaise qualité, le voyageur en payant à une barrière est affranchi toute la journée sur tout le trust qui est de 50 milles, tandis que dans le trust de Bristol, où les matériaux sont généralement de la meilleure qualité et ne coûtent pas le tiers de ceux de Bath, et quoique les créances hypothéquées sur le trust de Bristol soient beaucoup moins élevées, le voya-

si vicieuse du taux des péages dans quelques cantons qu'on peut citer, sinon comme la preuve, du moins comme un indice de fortes erreurs dans certaines localités. Je ne veux point par cette réflexion, appuyer les accusations vagues qui ont été faites aux comités du Parlement et ailleurs, contre les Commissaires en général; le comité dans son rapport de 1819, les a pleinement justifiés; c'est au système de prétendues économies et à l'habitude de recourir aux tems passés pour estimer les travaux, celui de l'homme surtout, (au lieu d'avoir égard à l'augmentation des transports sur les routes, et à celle des prix des matériaux), qu'on doit at-

geur paie sur une ligne de 10 à 12 milles trois fois un péage égal à celui exigé une seule fois sur les routes de Bath. Il faut convenir qu'il est fort extraordinaire que dans de telles circonstances M. Me Adam ait osé insérer dans ses dépositions au comité, que la situation des fonds du trust de Bristol est très prospère; qu'il a fait de grandes économies par l'introduction de son système. Cependant les Commissaires de Bristol sont en instances près du Parlement, pour en obtenir un bill qui leur permette de faire sur les péages du trust une augmentation de plusieurs mille livres sterlings par an; augmentation qui n'a pu être proposée et soutenue que par M. Mc Adam lui-même.

Je pourrais montrer par beaucoup d'autres faits, que le taux des impôts est fort inégal d'un district à un autre, et souvent si élevé, que cette taxe devient extrêmement funeste.

tribuer les fautes graves commises, soit dans l'évaluation des dépenses, soit dans le mode d'entretien des routes. Ces fautes qui ont eu pour résultat de charger quelques routes à péage d'énormes dettes (1) dont les intérêts, qu'il faut payer, enlèvent la plupart des fonds destinés aux réparations et occasionnent ainsi l'état d'abandon et la dégradation de beaucoup de routes à péage. Le but important qu'on doit se proposer d'arrêter les progrès du mal, serait atteint si on adoptait la proposition du comité, de faire nommer par les magistrats à chaque session, un officier ou Inspecteur de comté. On pourrait en même tems défendre, pour empêcher cet accroissement effrayant de dettes, d'ouvrir des routes neuves et de faire sur les anciennes des travaux de redressement qui excéderaient certaines sommes, ou ordonner que les projets avant d'être mis à exécution fussent présentés à une session trimestrielle, imprimés, affichés et examinés, la session suivante. On suivrait ainsi l'usage établi pour les ponts à péage, dans certains comtés, où l'on a nommé un Inspecteur spécial pour cet objet. Mais les

(1) Je connais plusieurs points où l'on a emprunté mille livres sterlings sur le produit des péages pour changer la direction des routes et où les travaux ont été confiés à des gens sans expérience et sans talent. Tandis qu'avec le quart de cette somme des Ingénieurs habiles avaient procuré de plus grandes améliorations.

pouvoirs de l'Inspecteur d'un comté devraient être plus étendus que ceux de ce dernier. Dans un tems déterminé après sa nomination, cet Inspecteur général serait tenu de visiter chaque année toutes les routes à péage du pays, de se faire assister des Inspecteurs particuliers, de rédiger un rapport sur leur état et sur les moyens de les aménager et de donner des projets généraux et particuliers pour les remettre en bon état. De telles mesures permettraient d'employer vingt ou trente personnes connues par leurs talens, leur instruction et leur caractère, et empêcheraient que cette branche importante de l'économie politique tombât entre les mains d'ignorans. On objectera peut-être la cumulation des affaires portées aux sessions trimestrielles, mais M. Dickinson, dans son excellent projet de bill pour diviser le travail de ce comité, a indiqué la facilité d'introduire ce mode expéditif dans le travail de la magistrature.

Je crois que par les dispositions législatives que j'ai indiquées, on obtiendrait les moyens d'établir de bonnes routes, et on ferait faire à l'art de les construire de rapides progrès.

Tout bon système d'amélioration doit comprendre les précautions nécessaires pour conserver; il est donc indispensable que la législation prévienne, autant que possible, les deux grandes causes de destruction des chemins; la

pression et le frottement des lourdes voitures. Il faudrait d'abord réformer le système vicieux des roues des gros charriots ; mais je vais encore me trouver sur ce point en opposition avec M. M.c Adam, il prétend : « qu'on n'a » rien encore écrit sur l'art d'établir les sur» faces des routes et de faciliter le roulage, » quoiqu'on ait publié un grand nombre de vo» lumes pour restreindre les charges des voi» tures, et tracasser les charretiers par mille » véxations inutiles. » Il ne porte son attention que sur les moyens de faire de belles surfaces, et ne s'occupe pas de la nécessité de les conserver, ou de les préserver des dégradations. Mais, ne voyons-nous pas que les allées de jardins, les routes des parcs dressées par de très-hàbiles jardiniers, ayant les surfaces les plus unies et les plus belles, se dégradent rapidement en toute saison sous le poids des brouettes, ou des roues coniques des voitures chargées de bois. C'est par ces idées fausses qu'on parvient à vicier la législation. On devrait plutôt admettre le principe démontré dans mon traité sur les routes et les voitures, que la force des routes doit être proportionnée au poids des voitures, et réciproquement. On nous parle de l'avantage d'avoir des routes à surfaces parfaitement unies, comme si c'était une chose étrangère et toute nouvelle. Nous en avons eu beaucoup de parfaitement faites qui

sont maintenant ruinées par suite d'un système que l'ignorance et une fausse économie ont fait admettre.

Le bill en question renouvelle, avec raison, les articles des précédentes lois sur la police des routes, qui défendent la saillie des clous et les roues à jantes étroites, mesures qui avaient été révoquées à tort, peu après la sanction de ces lois ; mais il admet un principe erroné et funeste en autorisant des charges indéfinies sur les voitures à jantes de cinq pouces de large. Je ne suis point le défenseur des roues larges, parce que je suis partisan des transports légers ; mais si la loi permet de porter des charges énormes, il faut de toute nécessité que le poids se distribue sur la plus grande surface possible.

Il a été si bien démontré, dans les dépositions recueillies par les divers comités, que l'adoption des roues cylindriques procurerait les plus grands avantages, que je crois inutile de les justifier; mais je ne puis m'empêcher de regretter que la loi n'en ait pas prescrit l'usage, et se soit borné à l'encourager en diminuant, pour celles-ci, le taux des péages, laissant ainsi un vaste champ à l'empire des préjugés. Par ces considérations, je doute que le nouveau bill ait toute la perfection dont il était susceptible, et remplisse l'attente du public qui demandait avec instance le changement ou la révision de la législation.

En cherchant, dans les dépositions, les opinions qui ont pu guider le comité, on ne trouve que celle de M. M.c Adam, qui probablement n'a pas lu les dépositions si convaincantes faites sur le même sujet.

Je suis également surpris de ne point trouver dans le nouveau bill, de peine contre la nouvelle méthode maintenant en usage, d'enrayer dans les pentes; je renvoie pour cet objet, ainsi que pour la largeur des jantes, au traité dont j'ai déjà fait mention.

Je viens de parcourir les points principaux du bill sur lesquels je souhaite appeler votre attention; il en est encore quelques autres moins importans, il est vrai, mais qui méritent de la fixer un instant. Il serait, je crois, avantageux de laisser aux magistrats la faculté de punir les charretiers ou autres qui commettent des délits sur les routes, en leur imposant à volonté ou une amende pécuniaire, ou l'obligation de faire sur la route une certaine portion de travail; par exemple, de casser un certain cube de pierre, et à défaut par eux de s'y soumettre, de les renfermer dans la maison de correction, comme dans le cas d'insolvabilité. Ce travail forcé quelque faible qu'il fût, serait une punition si grande, qu'il préviendrait plutôt les délits qu'une amende pécuniaire d'ailleurs souvent remise, en raison de la pauvreté des délinquans, ou de la situation de sa famille.

En considérant ce sujet dans son ensemble, je trouve qu'au lieu de présenter un simple bill d'amendement, il aurait fallu annuller toutes les lois existantes, et les remplacer par un code qui eut réuni ce que les lois anciennes avaient de bon, et les améliorations indiquées par les progrès des sciences et surtout par l'expérience.

Si la législation était renouvellée avec habileté, le système de construction des travaux publics serait si parfait, que dans peu d'années les routes d'Angleterre seraient plus belles qu'elles ne le furent jamais dans aucun tems, et dans aucun pays. Elles contribueraient à augmenter le commerce que le génie des habitans et leur richesse ont développé dans cette contrée, et à étendre de plus en plus les bienfaits de la civilisation; elles commanderaient l'admiration des autres peuples et serviraient de modèle.

Les observations que je vous soumets ne sont dictées que par un zèle ardent pour le perfectionnement d'un grand objet d'utilité publique, qui fixe depuis long-tems mon attention. Persuadé que vous les recevrez avec l'indulgence qu'un tel motif me donne droit de réclamer.

J'ai l'honneur de me dire avec respect, Messieurs, votre très obéissant serviteur,

Benjamin Wingrove.

Bureau des routes, Bath, février 1821.

INSTRUCTIONS

Publiées par ordre du Parlement, pour la réparation des routes, et adressées aux Commissaires et Ingénieurs chargés de leur entretien.

Règles générales pour la réparation des routes.

I.re — Profil en travers.

Règle 1.re. Pour une route de 30 pieds de large, la pente de l'axe, à chaque extrémité, doit être de 9 pouces. Le profil le plus avantageux est le segment d'une ellipse très plate; cette forme, non seulement facilite l'écoulement des eaux du centre vers les bords, mais contribue au dessèchement, en facilitant l'évaporation de l'eau par l'action combinée du soleil et de l'air; les Inspecteurs doivent se servir du niveau (représenté pl. 4) pour donner exactement la même courbure à tous les profils en travers de la route.

II. — Écoulement des eaux.

Règle 2. Tous les fossés doivent être ouverts en dehors des haies ou clôtures, et communiquer avec les courans naturels.

Les aqueducs en pierre et buses qui passent sous la route, doivent être nombreux et se prolonger jusqu'aux fossés ouverts en dehors des clôtures, dans les terres riveraines.

Pour maintenir les chemins toujours secs, il faut établir des communications en maçonnerie entre les aqueducs qui traversent la route et les rigoles ouvertes sur les côtés, et faire écouler rapidement les eaux qui tombent sur la surface; le fond des aqueducs doit être pavé avec soin, surtout à leur embouchure.

On ne doit jamais oublier qu'une route n'est parfaite que lorsque la surface est très sèche.

Toutes les sources naturelles qui se manifestent dans le terrain doivent être conduites avec soin hors de la route, par des égouts ou buses.

III. — Arbres et hayes.

Règle 3. Il est indispensable de faire abattre les arbres plantés sur les bords des routes, et de couper les haies à 5 pieds de hauteur. On peut évaluer à 20 pour 0/0 les dégradations occasionnées par les arbres trop rapprochés, ou les haies trop élevées; les matériaux qui en sont ombragés restent humides, et sont rapidement écrasés.

IV. — Matériaux.

Règle 4. Lorsque les matériaux pour l'entretien des routes sont extraits des carrières de pierre de taille ou des champs, on ne doit choisir que les plus durs.

Chaque pierre doit être cassée de manière que les morceaux puissent passer à travers un un anneau de 2 pouces 1/2 de diamètre. Il faut se servir de marteaux particuliers, avec têtes aciérées et manches minces et légers; ce travail doit toujours être fait à la tâche, soit aux carrières, soit aux lieux d'entrepôt désignés sur les routes; et on ne doit y employer que des hommes âgés, incapables d'un ouvrage pénible, et des femmes et enfans.

Règle 5. Quand on tire les pierres des sablières, on ne doit prendre, pour répandre sur le milieu de la route, que les cailloux ayant 1 pouce 1/2 de côté au moins, que l'on sépare du sable à l'aide d'un rateau à dents de fer ayant entre elles cet intervalle. Le gravier est rejeté par les ouvriers; par cette opération simple, on évite les frais de crible et de lavage. Les cailloux ayant moins de 1 pouce 1/2 de côté, et le gros gravier pouvant être employés sur les bord de la route et les trottoirs.

Les gros cailloux doivent êtres cassés en morceaux de dimensions prescrites, soit dans la sablière, soit dans les dépôts indiqués sur les routes.

Il est recommandé aux voyageurs de se conformer exactement à cette règle. L'usage habituel de se servir de cailloux ronds mêlés d'argile, est très nuisible, et doit être sévèrement défendu.

Si un Inspecteur persistait à suivre cette méthode défectueuse, il devrait-être destitué par les Commissaires.

V. — Distribution des matériaux.

Règle 6. 1.° Lorsque les fondations d'une chaussée ne sont ni solides, ni sèches, il faut démonter et reconstruire la route. On doit ensuite établir sur 18 pieds de largeur une couche de pierres de 7 pouces de hauteur ; des pierres tendres ou des cendres sont suffisantes pour cet objet, surtout lorsque le sol est sabloneux. Les pierres de la première couche ou des fondations, doivent être placées avec beaucoup de soin et à la main ; la face la plus large doit être posée sur le sol.

Les pierres doivent-être mises jointives, et les intervalles remplis avec des éclats de pierres, afin que le tout forme une surface de niveau, serrée et solide comme un pavé. Les plus grosses pierres de cette couche ne doivent pas avoir plus de 5 pouces à la surface ; sur cette base de pierres ou de cendres, on doit jeter 6 pouces de pierres dures, toutes cassées, de dimensions telles que les plus grosses puissent passer dans un anneau de 2 pouces 1/2 de diamètre.

Les 6 autres pieds de chaque côté, faisant 30 pieds avec les 18 du centre, doivent être recouverts d'une couche de 6 pouces de gros gravier nettoyé, ou petits éclats de pierres, ayant soin de se conformer au profil prescrit.

2.° Lorsqu'une route est concave dans le milieu et qu'il ne reste que peu de fondations, il faut enlever toutes les grosses pierres qui paraissent, les briser et recharger la route sur 18 pieds de large avec des pierres cassées, en donnant au profil en travers la forme prescrite, et à la surface, la solidité et la dureté nécessaires.

3.° Si les fondations sont bonnes et le bombement convenable, on ne doit employer des matériaux neufs que lorsque les flaches ou ornières se formeront, et dans ce cas, il faut les remplir et les faire disparaître aussitôt, en y plaçant avec soin de petites pierres; ces pierres cassées de la grosseur déjà indiquée, ayant des formes angulaires, se lieront bien ensemble.

Les chaussées faites d'après ces principes, une fois bien établies, seront maintenues dans un parfait état de réparation avec de faibles dépenses.

4.° Quand la partie de la route, ou la chaussée faite avec des matériaux durs, et dont les voitures ne s'écartent pas, n'a pas 18 pieds de large; elle doit être portée à cette largeur.

On creusera la terre de chaque côté, et on la replacera par une couche de pierres cassées, de 10 pouces au moins d'épaisseur, et employées comme il a été prescrit pour les routes neuves. Dans le voisinage des grandes villes, la chaussée faite en pierres cassées doit s'étendre sur la largeur de la route.

VI. — Ordre et économie dans le travail.

Règle 7. Tout travail à la journée doit être prescrit le plutôt possible. Les Inspecteurs fixeront la quantité d'ouvrage de chaque nature qui doit être exécutée dans un tems donné. Ils détermineront les conditions des marchés qui seront passés à des entrepreneurs, et auront soin que ces conditions soient parfaitement remplies avant de faire solder toutes les dépenses. On doit sévèrement tenir la main à cette régle; car les 2/3 des fonds remployés sont perdus lorsque le travail est fait à la journée.

N. B. *Les règles ci-dessus sont clairement expliquées et justifiées dans les dépositions précédentes de MM. Telford et M.c Adam, et dans les divers rapports des comités de la Chambre des Communes, session de* 1819.

EXPLICATION.

De la planche 5.

Fig. 1.re ABC, représente un niveau ayant 15 pieds de long, et allant du milieu de la route à l'une des extrémités. La règle horisontale porte quatre petites régles verticales a, b, c, d, engagées dans des rainures qui se meuvent de haut en bas. Lorsque l'une de ces petites règles est descendue au point prescrit du bombement, on peut la fixer par une vis; alors son extrémité qui repose sur la chaussée sert de point d'appui au niveau.

Cette fig. 1.re indique le bombement de la route; les eaux se réunissent au point le plus bas près du trottoir qui n'est élevé qu'à la hauteur du milieu de la chaussée. Lorsque j'ai visité l'Angleterre en 1816, les trottoirs étaient beaucoup plus élevés; on s'occupe partout à les ramener au profil ci-dessus.

La fig. 2. est une coupe en e, f, de la règle horisontale (fig. 1.re) rapportée à une échelle plus grande; on distingue la forme de la règle verticale d, le boulon et la vis qui la fixent à la règle horisontale du niveau. Trois des boulons des quatre règles verticales passent à 3 pouces au dessus de la ligne horisontale AC, et l'autre d, est seulement a 2 pouces au dessus de cette ligne.

La fig. 3 est une projection horisontale de l'un des boulons, de la vis et de la petite règle du niveau; elle fait voir l'assemblage à rainures à queue d'hironde, et la petite règle verticale dans la régle horisontale du niveau.

Les autres figures donnent les dimensions et la forme des matériaux, du rateau, et de l'anneau destiné à mesurer les pierres cassées.

N. B. Lorsque les grosses pierres auront été cassées, avec masses ou forts marteaux, et réduites en éclats du poids de 4 à 5 livres, on doit se servir de marteaux pesant de 1 livre 1/2 à une livre, avec tête à angles arrondis, tels que le représente la planche. Si les pierres sont petites ou rondes il faut employer des marteaux de 10 onces, à tête plâte et d'un diamètre de 7 pouces 1/2.



TRADUCTION

De quelques notices sur des ponts en fer exécutés ou projetés en Angleterre, publiées par les Ingénieurs anglais Robert Stevenson, le capitaine Samuel Brown, etc.

DESCRIPTION

DES PONTS EN FER SUSPENDUS,

Par Robert Stevenson, éq. Ingénieur civil.

L'ART de faire des ponts, ou des espèces de ponts, pour le passage des rivières, remonte aux tems les plus reculés de la civilisation. Les naturels qui habitent les déserts de l'Amérique et l'Indostan, ont, pour passer les rivières et les précipices, des moyens particuliers dont ils se servent depuis les tems les plus anciens, et qu'ils emploient encore aujourd'hui. Ils tendent d'une rive à l'autre d'un fleuve, des cordes de différentes espèces, et passent à l'aide d'un chemin de pied qu'ils y établissent. Quelquefois, le passager, placé avec son bagage dans un pannier, est suspendu à la corde principale par une corde et une poulie qu'on tire de l'autre rive, à l'aide d'une plus petite corde, tandis que le mulet traverse le ravin à gué, ou à la nage, et grimpe à travers les rochers.

On pourrait regarder comme une circonstance humiliante, pour l'époque actuelle, d'être forcé, malgré le degré de perfection où les arts aient atteint, de renoncer aux arches massives et solides de maçonnerie, et d'adopter les ponts suspendus avec des chaînes fléxibles,

à l'imitation des ponts les plus simples faits dans les tems les plus anciens par des peuples sauvages. Qu'on ne suppose pas cependant que nous voulons, par ces réflexions, ravaler la science moderne; nous souhaitons seulement faire sentir le service rendu par le mécanicien philosophe, qui a su tirer des propriétés de la chaînette un parti utile, et employer avec habileté une idée simple des peuples les plus sauvages, à l'avantage de la société la plus avancée. Il est satisfaisant de penser qu'à l'aide de ce perfectionnement, on peut établir des communications sur les fleuves et précipices, où des obstacles naturels et le défaut de capitaux, ont empêché de construire des ponts en maçonnerie, et même sur des bras de mer où l'on ne supposait pas, il y a quelques siècles, qu'il fût possible de jeter des ponts.

Pont en fonte de fer. Pendant la dernière guerre, les prix du bois et du fer étrangers, s'étant élevés à un taux excessif, on chercha à introduire le fer des fonderies anglaises dans les travaux de tout genre, et particulièrement dans la construction des ponts en fonte de fer. Nous considérons cet emploi du fer comme le plus remarquable et un des plus importans. Il paraît que le premier pont de ce métal a été établi en 1779, sur la Saverne, près la fonderie de Colebrook-Dale, en Shropshire. Il est d'une seule arche massive de cent pieds d'ou-

verture. Cette entreprise hardie ayant obtenu un plein succès, on construisit un grand nombre de ponts en fer dans la Grande-Bretagne. Le plus considérable était d'abord celui de Semderland, sur la rivière Weat, qui a deux cent trente-six pieds d'ouverture; mais maintenant c'est le pont de Sonthwark, sur la Tamise, fait sur les dessins et sous la direction de M. Rennie, l'arche du milieu ayant deux cent quarante pieds d'ouverture. D'autres Ingénieurs ont rédigé des projets d'arches en fonte de fer ayant cinq cents pieds d'ouverture.

Ces ouvrages prodigieux en foute de fer, qui sont sans contredit de l'invention des mécaniciens anglais, ont cependant des limites, soit dans l'espace à franchir, soit en raison des dépenses qu'ils occasionnent. Ainsi, dans beaucoup de cas, les Ingénieurs se trouvaient dans l'impossibilité d'établir, avec les moyens connus, un chemin continu sur des passages difficiles, larges et dangereux. L'art de l'Ingénieur a pris un nouvel essor; il peut vaincre, avec économie, et une simplicité admirable, les obstacles qui l'arrêtaient, en tirant parti, dans la construction des ponts, des propriétés de la chaînette courbe, dont les lois n'avaient jusqu'alors fixé l'attention que des mathématiciens spéculatifs. On a remplacé par des chaînes en fer, formant un arc renversé, les ponts ordinaires dont la courbure est opposée à celle-ci.

Pont en chaînes de Winch. Les ponts suspendus les plus anciens dont nous ayons connaissance, sont ceux de la Chine, qu'on dit être d'une grande étendue. Le major Rennelle donne la description d'un pont de cette espèce, sur le Sampoo, dans l'Indostan, de six cents pieds environ de longueur. On croit que le premier pont en chaînes de fer qui ait été exécuté, est celui jeté en Angleterre, sur la rivière Tees à Winch, qui établit une communication entre les comtés de Durham et d'Yorck. On trouve une notice sur ce pont et son profil, dans le troisième volume des antiquités de Durham, par Hutchinson, imprimé à Carlisle, en 1794. Ce volume est devenu très-rare, parce que la plupart des exemplaires ont été détruits par accident dans un incendie : la planche VIII, figure première, est une esquisse de ce pont. Voici la description qu'en donne Hutchinson, page 279. « Les bords de la Tees présentent » les tableaux les plus pittoresques et les plus » romantiques ; on aperçoit çà et là des cascades délicieuses, des rochers et des grottes » profondes. A deux milles environ, au-dessus » de Middleton, dans un lieu où la rivière se » précipite de chûte en chûte, on trouve » un pont en chaînes de fer suspendu sur » des abîmes et fixé des deux côtés, dans » des rochers. Sa hauteur est d'environ » soixante pieds, sa longueur de soixante-dix,

» et sa largeur de deux pieds environ. On y a
» établi un garde fou d'un côté seulement , et
» sur la surface, de petites planches fixées aux
» chaînes , pour le passage des personnes qui
» sont pour la plupart des mineurs. Le voya-
» geur qui le traverse se trouve comme sus-
» pendu sur d'horribles précipices, et ressent
» toutes les vibrations de la chaîne que son
» mouvement agite : peu d'étrangers osent s'y
» hasarder. »

Nous regrettons de ne pouvoir donner la date précise de la construction de ce pont ; mais nous pouvons assurer, d'après de bonnes sources, que ce fut vers l'année 1741.

Ponts suspendus d'Amérique. Nous voyons par le traité des ponts de M. Thomas Pope, architecte de New-Yorck, publié dans cette ville en 1811, que huit ponts en chaînes ont été établis en Amérique, d'après les mêmes principes de la chaînette. Nous ne devons pas omettre, dans l'examen des prétentions de nos amis transatlantiques, sur la priorité de cette découverte, que le pont en chaînes sur la Tees était alors connu aux Etats-Unis. Pope cite Hutchinson, Volume III, et donne d'après lui la description du pont de Winch. L'auteur nous apprend encore que le gouvernement des Etats Unis a accordé une patente en 1808, pour l'établissement d'un pont suspendu, et il donne la description d'un pont de cette espèce, fait en

1809, sur le Merrimack, dans l'Etat de Massachusets, d'une seule arche de deux cent quarante-quatre pieds d'ouverture ; ce pont est suspendu à deux culées, ou grandes tours en maçonnerie, de trente-sept pieds de hauteur, sur lesquelles sont établies deux espèces de piles en charpente, élevées de trente-cinq pieds; dix chaînes de cinq cent seize pieds chacune de longueur, posent sur ces piles et retombent à l'extérieur verticalement dans des puits où elles sont retenues par de grosses pierres. Ce pont a deux passages pour les voitures, chacun de quinze pieds de largeur ; trois chaînes sont placées aux fermes de tête, et quatre dans la ferme du milieu qui divise les deux passages. La dépense de ce pont américain est évaluée à 20 mille dollars, et le poids à cinq cents tonneaux.

Pont projeté à Runcorn. Le projet d'un pont suspendu sur la Mersey, à Runcorn Gap, à 20 milles de Liverpool, proposé par de zélés patriotes de cette ville, est peut être le plus audacieux et le plus difficile qu'on ait jamais demandé aux Ingénieurs anglais. Les localités exigent que ce pont ait au moins 1000 pieds d'ouverture, et 60 pieds de hauteur, afin que la navigation reste libre. On eût l'idée de cette entreprise en 1813, époque à laquelle la plupart des ouviers de Lancashire étaient sans travail, et où les autres ne gagnaient que de très faibles journées.

Le comité nommé, pour diriger cette entreprise, par les propriétaires qui y prenaient le plus grand intérêt, reçut un grand nombre de projets ; celui d'un pont suspendu réunit le plus de suffrages et il paraît que M. Telford, Ingénieur, et M. Brown, capitaine de la marine royale, eurent la même opinion sur la possibilité et le mode d'éxécution. M. Telford, qui a fait une étude approfondie de ce projet, a évalué la dépense de 63,000 à 85,000 liv. st., selon le genre de construction qui serait adopté. Quoiqu'on n'ait pas donné suite à ce projet, sa nouveauté et la hardiesse d'une arche de 1000 pieds, nous ont paru digne d'un grand intérêt et mériter que nous en fassions mention.

Pont en chaînes de Menai. On s'est beaucoup occupé d'un projet de pont à construire sur le détroit de Menai entre l'île d'Anglesea et le Carnarvonshire, passage dangereux qui interrompt la grande route de Londres à Dublin, par Holyhead. On avait d'abord proposé un pont en fonte de fer évalué de 128,000 à 268,000 liv. st.; mais le plan sur lequel on semble maintenant fixé, est celui d'un pont en chaînes d'une ouverture de 560 pieds entre les culées, et d'une dépense seulement de 70,000 liv. st. Beaucoup de personnes éclairées doutent, il est vrai, du succès ; cependant nous avons un exemple d'un pont semblable d'une étendue de 361 pieds, celui de l'union sur la Tweed, dont

nous donnerons plus bas la description. Nous ferons connaître les progrès que les travaux en chaînes ont faits en Ecosse, où l'on a exécuté les premiers ponts de ce genre, sur une certaine étendue dans la Grande-Bretagne.

Pont de Galashiels, en fil de fer. Nous avons fait mention des grands projets de pont en chaînes, proposés pour le passage de la Mersey et du détroit de Menai; nous avons dit que le premier ouvrage de ce genre est celui sur la Tees, planche 1.re, figure 1.re. Le second ouvrage de cette espèce qui ait été, à notre connaissance, exécuté en Angleterre, est celui sur la Tweed et ses affluents la Gala, et l'Etterick, par Richard Lees, fabricant de draps, dont la manufacture de Galashiels est située sur l'une et l'autre rive de la Gala. Il fit ce pont, dans le mois novembre 1816, en fil de fer, afin de procurer un passage facile aux ouvriers de ses divers ateliers: l'ouverture est de 111 pieds, et la dépense de 40 liv. st. Quoique cet ouvrage soit précaire et fort imparfait, il mérite d'être cité, parceque c'est le premier pont en fil de fer de la Grande-Bretagne. Cette expérience fait connaître la tenacité du fer ainsi employé, et tous les avantages qu'on peut retirer d'une telle entreprise dans des pays, surtout semblables à la vallée de la Tweed, où les transports sont difficiles et très chers.

Pont en fil de fer, de Kings-Meadows. Le pont en fil de fer, de Kings-Meadows, destiné

aux piétons, et représenté fig. 2, planche 1.re, a été jeté sur la Tweed en 1817, un peu au-dessous de Peebles, dans la terre de Sir-John-Haybar. Il a 110 pieds de long, 4 pieds de large, et a été projeté par MM. Redpath et Brown d'Edimbourg, qui l'exécutèrent dans un été pour la somme de 160 liv. st. On voit sur la gauche une jolie chaumière qui est la demeure du pontonnier.

Les principales pièces de cette construction sont deux cylindres creux de fonte de fer, placés verticalement de chaque côté de la rivière, à 4 pieds l'un de l'autre, et dans lesquels sont engagées des barres de fer forgé, destinées à fixer les fils et les barres de fer du pont, au moyen de boulons et d'écroux.

Les cylindres creux verticaux qui forment les piles du pont, sont maintenus à leurs bases dans un grillage en charpente, (représenté fig. A) posé horisontalement sur le sol, et lié par des barres diagonales qui font équilibre à la pression et empêchent les vibrations du pont.

Les tubes ou cylindres creux de fonte de fer, ont 9 pieds de haut, 8 pouces de diamètre, et 3/4 de pouce d'épaisseur. Les tiges verticales de fer forgé, engagées dans les cylindres, ont 10 pieds de haut et 2 pouces 1/2 de côté, et forment par des traverses la porte ou l'entrée du pont.

Le plancher qui est fait en planches de sapin de six pouces de largeur et de 1 pouce 1/2 d'épaisseur, repose sur un cadre de barres de fer forgé, liées entr'elles avec les planches, par des boulons. Les garde-fous sont formés par de petites bagnettes de fer avec une lisse supérieure en bois. Le pont est porté par des cordes inclinées de fil de fer qui n'ont pas la courbure de la chaînette, ainsi qu'on le reconnait en comparant la figure 2, aux figures 3, 4 et 5. Les fils de fer des cordes de suspension sont de l'espèce appelée par les mécaniciens n.° 1er ; le diamètre est de 3/10 de pouce. Les crampons de derrière sont faits avec des barres de fer de 3/4 de pouce de diamètre, et formés en anneaux de chaîne de 5 ou 6 pieds de longueur. Les verroux à vis ou boulons, qui fixent et serrent à volonté les chaînes pendantes, ont 1 pouce de diamètre : on en compte 42. En serrant plus ou moins ces boulons, le pont perd plus ou moins de vibration ; et il ne reste qu'un léger tremblement qui rassure, loin d'inquiéter, et donne l'idée de la force de l'ouvrage. Pour montrer la solidité de ce pont, on y plaça autant de personnes qu'il pouvait en contenir, sans qu'il en résultât le moindre inconvénient.

Pont de fil de fer de Thirlstane. Nous ne ferons plus mention d'autre pont en fil de fer, que de celui élevé par le capitaine Nappier, sur l'Etterick, au château de Thirlstane. Ce pont en fil

de fer, de 125 pieds d'ouverture, a remplacé un pont fait en cordes destiné pour les piétons.

Pont en chaînes de Dryburgh. Les ponts en fil de fer de Galashiels, Kings-Meadows et Thirlstane, que nous venons de citer, sont suspendus par des lignes brisées, inclinées sous différens angles, ainsi qu'on le voit par la fig. 2. Le même système fut d'abord adopté dans la première construction du pont de Dryburgh Abbey; les tiges de support partant de chaque point d'attache, comme d'un centre, allaient comme des rayons se fixer sous différens angles aux chaînes horisontales du pont.

Le premier pont de Dryburgh n'était d'abord destiné qu'au passage des hommes et des chevaux sans charge. L'ouverture entre les points de suspension, avait 160 pieds, et la largeur, 4 pieds. Il fut exécuté par MM. John et Williams Smith, constructeurs et architectes à Melrosse, et coûta environ 720 liv. st.; le comte Buchan, propriétaire du bac établi au même point, en fit la dépense. Ce pont fut commencé le 13 avril 1815, et livré au public le 1.er aout suivant, et parconséquent exécuté en moins de quatre mois.

M. John Smith a remarqué que ce pont, construit d'après le système de lignes brisées, représenté par la fig. 2, avait un mouvement de vibration déterminé par le passage d'une seule personne.

Le plus grand défaut de cette construction était dû aux directions brisées des lignes de support, qui, ayant différentes inclinaisons et longueurs, forment autant de chaînettes de rayons différens. Les chaînes avaient peu de stabilité; aussi trois ou quatre personnes imprudentes, prenant plaisir à faire les vibrer, produisirent un mouvement accéléré si fort dans toutes les parties du pont, que l'une des grandes chaînes se rompit auprès du point d'attache. Dans une autre circonstance, un grand vent imprima au pont une vibration analogue; l'une des deux chaînes horisontales qui portait le tablier se cassa. Enfin le 15 janvier 1816, six mois après que le pont eut été achevé, un vent extraordinaire l'agita si violemment que les plus longues chaînes de support furent brisées, que la plate-forme fut rompue et le pont entièrement détruit. M. Smith, malheureusement, était absent : les personnes présentes ont toutes déclaré que le mouvement vertical avait été aussi fort que celui latéral, et que l'impulsion donnée au pont, et ses vibrations avant sa chûte, furent telles, que les passagers auraient été jetés dans la rivière.

Chaque tige de fer formant l'un des anneaux des chaînes, était une barre droite percée à l'une des extrémités par un trou fait à chaud et terminé à l'autre l'extrémité par un œil formé en recourbant la tige; l'extrémité de l'œil était maintenu par un anneau ou virole, ainsi que l'indique la fig. 6.

En examinant avec attention les chaînons après la chûte, on a reconnu que le fer n'avait cédé qu'à un ou deux trous faits à chaud, mais qu'il avait rompu aux yeux faits en recourbant les tiges, comme la 1.re fig. 6 l'indique. Ce système de chaînon avait cependant été recommandé à M. Smith par un forgeron expérimenté.

La chûte soudaine de ce pont a fait une grande sensation dans tout le royaume, et a été jugée d'une si haute importance pour le système de ponts en chaînes en général, que beaucoup de capitalistes de Liverpool, intéressés dans la construction du pont de Runcorn, firent exprès un voyage en Ecosse, afin d'examiner les diverses circonstances de cette chûte.

Les constructeurs MM. Smith, s'étaient engagés à faire ce pont en chaînes pour moins de 500 liv. st., et n'étaient responsables de tous les événemens, que, jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage; en sorte que le comte Buchan dût supporter toute la perte.

Le pont de Dryburgh ne dura que six mois; cependant son utilité fut si bien constatée, que les inconvéniens du bac qu'il fallut rétablir, parurent plus graves encore qu'auparavant; aussi lord Buchan donna aussitôt des ordres pour la construction du pont. On adopta un meilleur projet; et en moins de trois mois le passage fut rétabli, avec une dépense supplémentaire qui n'a été que de 220 liv. st. Ce

pont est maintenant fait d'après le système de la chaînette, ainsi que l'indique la fig. 3, qui en donne l'élévation. Le plancher horisontal est soutenu par des verges de fer fixées aux anneaux des chaînes courbes principales.

On a eu soin, dans l'exécution de ce pont, d'éviter les défauts de l'ancien; les deux extrémités de chaque barre, formant chaînon, ont été percées à chaud dans la barre même, plus forte dans cette partie, tandis que dans la première construction, l'un des anneaux de chaque barre était établi, ainsi que nous l'avons dit, par le recourbement la tige et l'addition d'une virole ou collet qui devait empêcher l'échappement. Le pont est consolidé par une forte balustrade en bois, ou garde-fou, solidement fixé au plancher. Un accident arrivé pendant la construction, a justifié les avantages de cette balustrade; le plancher du pont était achevé, et l'on se disposait à poser le parapet, lorsqu'on éprouva un coup de vent violent qui agita le pont tout entier d'une manière extraordinaire, et comme les vagues de la mer. Le plancher se relevait au dessus du niveau, et l'on craignait encore la rupture de l'ouvrage; mais lorsque la balustrade fut établie, la résistance verticale qu'elle opposa, empêcha la vibration, et donna à l'ouvrage beaucoup de stabilité.

On a aussi ajouté au nouveau pont de Dryburgh des amarres en chaînes, fixées à plusieurs points

des fermes horisontales du plancher, et de l'autre à des poteaux plantés à différentes distances des deux côtés de la rivière. Des lignes tracées sur le plan, fig. 3 montrent la direction de ces amarres. On dit que les chaînes diagonales ont l'avantage d'empêcher les mouvemens du pont; mais après avoir examiné ce travail en 1820, je n'ai pas trouvé que les effets des amarres fussent bien sensibles.

Le pont de Dryburgh est porté par deux paires de chaînes principales, attachées deux à deux aux anneaux de suspension. Les points les plus bas de ces courbes sont à la hauteur du parapet dans le milieu et font partie de son couronnement, ainsi qu'on le voit par la fig. 3. Les anneaux des chaînes sont des verges de fer de 10 pieds de longueur chacune, et de 1 pouce 3/8 de diamètre. Les yeux en trous des extrémités des verges sont unis par des anneaux de forme ovale, ayant 9 pouces de longueur. La plate-forme ou passage est suspendue à la courbe de la chaînette par des tiges verticales de fer de 1/2 pouce de diamètre, qui passent dans les anneaux de la chaîne principale et y sont retenues par une forte tête; tandis que les extrémités inférieures de ces tiges traversent les pierres de la plate-forme comme des boulons, et y sont retenues par des écrous qui s'appliquent contre cette plate-forme.

Les points où les chaînes sont fixées aux poteaux ou piles, sont à 28 pieds au-dessus de la plate-forme. Ces poteaux sont formés de deux

doubles poutres de sapin de Memmel, ayant chacune 14 pouces carrés, liées deux à deux par des boulons, et réunies dans le haut par des moises. La figure représentant la tête de ce pont fait connaître l'ensemble de cette construction. Ces pièces laissent entr'elles un espace de 9 pieds qui est la largeur de la route aux abords du pont. Les deux paires de chaînes fixées aux poteaux, et qui descendent en formant la courbe de la chaînette, sont d'abord espacées à leur origine sur les poteaux de 12 pieds, et se rapprochent insensiblement jusqu'à ce qu'elles atteignent dans le milieu les garde-fous, où elles ne sont qu'à une distance de 4 pieds et demi, qui est la largeur du pont sur toute la longueur. Par cette disposition convergente, on a voulu amarrer le pont, et prévenir les oscillations latérales; mais il est douteux que cette direction oblique des chaînes principales soit favorable; et nous croyons que, placées dans le plan vertical qu'elles suivraient naturellement, elles seraient capables de plus de résistance et de supporter de plus grandes charges.

La plate-forme du pont de Dryburgh, placée à 18 pieds au dessus du niveau des eaux de la rivière en été, se compose de deux poutres de sapin placées parallèlement à l'extrémité sur toute la longueur, et où viennent s'assembler les tiges verticales des garde-fous. Sur ces poutres sont clouées, en travers, des planches qui laissent entr'elles un vide de 3/4 de pouce pour

l'écoulement des eaux. Les garde-fous faits de barres diagonales sont couronnés par une lisse en bois. Sous les poutres régnent deux chaînes horisontales de fer, en baguettes rondes de 1 pouce de diamètre, attachées de chaque côté aux culées et destinées à consolider le pont et à prévenir les accidents.

Les chaînes extérieures ou chaînes des culées destinées à maintenir les poteaux et à faire équilibre aux chaînes principales, ayant un pouce de diamètre, sont engagées à une certaine profondeur dans le sol et dans une maçonnerie épaisse de grosses pierres de taille, disposées en arc de cercle, ainsi qu'on le voit fig. 3. planch. 1.re

Nous ne devons pas omettre de faire mention d'une particularité qu'on a remarquée dans la construction du pont de Dryburgh. Les chaînes principales abandonnées à leur propre poids, ne donnaient pas la même courbe que lorsque le pont y fut attaché. Près des points d'attache et au centre, il n'y eut pas de changement; mais entre ces points, le chemin avait de chaque côté une courbure dont le sinus verse était environ de 7 pouces. Ce défaut fut facilement corrigé en diminuant la longueur des chaînes de suspension; mais ce fait prouve que la courbure de la chaînette est altérée, lorsqu'elle est changée par les poids de la plate-forme.

Le public a de grandes obligations à lord Buchan qui a remplacé par un pont commode

un bac d'un usage difficile ; et les architectes se sont fait honneur par la hardiesse du projet et le succès de son exécution.

Pont en Chaînes d'Union. Ce pont jeté sur la Tweed à Norhamfort, à 5 milles de Berwick, est représenté par la fig. 4. planch. 1.re. Il fut commencé dans le mois d'août 1819, et le passage était livré au public le 26 juillet 1820. Ainsi ce travail a été fait en moins de douze mois; tandis qu'un pont en pierres d'une même étendue eut demandé trois ans. Ce projet a été mis à exécution par le capitaine Samuël Brown de la marine royale, à qui l'Angleterre doit l'usage des cables en fer maintenant admis dans la marine royale et marchande.

La plate-forme de ce pont si hardi est faite en bois, et porte un double rang d'ornières en fer pour le passage des roues. La largeur est de 18 pieds, et l'ouverture de 361 pieds.

Les poutres principales unies ensemble ont 15 pouces de hauteur, et 7 pouces d'épaisseur; et les planches, 12 pouces de largeur et 3 pouces d'épaisseur. Cette grande plate-forme est suspendue à une hauteur de 27 pieds au-dessus du niveau des eaux d'été de la rivière. Il règne de chaque côté une corniche de 15 pouces de hauteur qui sert d'ornement et donne une apparence de solidité.

Les barres verticales rondes, d'un pouce de diamètre, qui soutiennent la plate-forme, sont

placées à 5 pieds l'une de l'autre et se lient aux chaînes principales par un mécanisme simple; elles passent entre les jointures des vertèbres ou chaînons de la chaîne, et sont portées par de fortes têtes, ainsi qu'on le voit dans la fig. C. Ces tiges verticales traversent les poutres de la plate-forme et les bandes de fer inférieures qui règnent sur toute leur longueur; elles sont retenues par des écrous à vis. Les bandes de fer fixées sous la surface inférieure des poutres ont 3 pouces d'épaisseur.

Les chaînes principales, au nombre de douze, sont rangées par paire, l'une sur l'autre de chaque côté, entre les points de suspension. On emploie pour ces chaînes, ainsi que pour les autres pièces, le fer de la meilleure qualité. Les vertèbres ou anneaux sont des barres rondes de 2 pouces de diamètre et 15 pieds de long, et ont, aux extrémités pour l'assemblage, des trous travaillés avec beaucoup de soin. Ces barres sont unies entr'elles au moyen de boulons qui passent dans les trous, et sont retenues par des anneaux de forme ovale de 2 pouces 1/4 ou 2 pouces 1/2 de longueur, ainsi que l'indique la fig. G.

A chacun des joints de chacune des trois chaînes, est suspendue une des tiges verticales dont nous avons parlé. La première tige est attachée à un anneau de la chaîne inférieure, la seconde tige à l'anneau suivant de la chaîne du

milieu ; la troisième tige à l'anneau suivant de la chaîne supérieure ; la quatrième tige à l'anneau suivant de la chaîne inférieure ; et ainsi de suite jusqu'à l'extrémité du pont. D'après cet arrangement, il est nécessaire, puisque les tiges sont à cinq pieds l'une de l'autre, que les anneaux d'une même chaîne soient à 15 pieds, et que l'anneau d'une chaîne soit à celui de chacune des autres à cinq pieds. Il suit de cette disposition simple, symétrique et charmante, que chaque chaîne porte une portion égale du pont, et que les tiges ne peuvent pas être tordues par les vibrations ; mais ce bel arrangement exige une grande perfection d'exécution.

Les tiges verticales espacées de cinq pieds, sont reliées par un grillage de cinq pieds de hauteur, et de six pouces d'ouverture, qui forme parapet pour la sûreté des voyageurs.

Quoique la plate-forme du pont n'ait que trois cents soixante-un pieds de long, la longueur de chaque chaîne, entre les points de suspension, est de quatre cent trente-deux pieds, Cette chaîne fait à ces points un angle de 12.° avec la verticale ; la courbure de la chaînette donne environ un mètre de hauteur verticale, sur sept pieds de longueur horisontale ; le sinus verse de chaque chaîne principale, (c'est-à-dire, la perpendiculaire abaissée du milieu de la corde qui passe par les points

de suspension et arrive au centre de courbure) étant de vingt-six pieds. Les douze chaînes principales avec leurs apparaux pesent cinq tonnes chacune ; et le poids de tout le pont entre les points de suspension, est évalué à cent tonneaux.

Sur la rive écossaise de la Tweed, les chaines sont portées par une tour ou porte en maçonnerie, de soixante pieds de hauteur, trente-six pieds de largeur moyenne, et dix-sept pieds et demi d'épaisseur. A la base, et sur dix pieds de hauteur, les murs sont verticaux ; mais à cette élévation, ils ont un talus de un sur douze. La voute qui sert de passage, a douze pieds de largeur et 17 pieds de hauteur sous clef.

Chaque paire de chaînes passe à travers des ouvertures pratiquées dans la maçonnerie, et repose librement et horisontalement sur des rouleaux en fer engagés dans cette maçonnerie et placés à une distance verticale de deux pieds l'un de l'autre, distance qui est celle des chaînes; les anneaux dans cette partie sont très courts, très forts et plats, afin que les chaînes puissent se mouvoir facilement sur les rouleaux sans se casser ou se plier, et sans tordre la chaîne. Au-delà de la porte, les chaînes se prolongent, s'inclinent, ainsi que l'indique le profil N.° 4, et vont se perdre dans la terre ; elles sont fortement attachées au sol de la manière suivante : dans un puits de vingt-quatre pieds de pro-

fondeur, on a posé une plaque de fonte de fer de six pieds de long, cinq pieds de large, et cinq pouces d'épaisseur vers le centre, se réduisant à deux pouces et demi aux extrémités: les chaînes la traversent et sont retenues au-dessous par des verroux de forme ovale de trois pouces et trois pouces et demi d'épaisseur. Les chaînes etant ainsi arrêtées à leurs extrêmités, on charge la plaque de grosses pierres qu'on range avec soin; on recouvre le tout de terre, jusqu'au niveau du sol. On doit observer que dans la partie enterrée, les anneaux sont plus courts, plus gros, et opposent par-là plus de prise et plus de points de contact aux matériaux qui les enveloppent.

Sur la rive anglaise de la Tweed, le pilier ou la tour en maçonnerie, formant culée, est fondé sur un rocher très-incliné qu'on a dû excaver; la face du côté de ce rocher n'a que vingt pieds de haut; celle vis-à-vis le pont est symétrique à la première. Les chaînes, au lieu d'être placées sur des rouleaux, sont posées sur une plaque horisontale en fonte de fer, fortement engagée dans la maçonnerie; elles se prolongent au-delà de la tour, s'inclinent et vont s'attacher à une plaque en fonte, semblable à celle que nous avons décrite. De ce côté, cette plaque n'est point mise à plat, mais presque verticalement et perpendiculairement à la direction des chaînes; elle est retenue au moyen

d'une voûte établie dans une excavation faite dans le rocher, et qui repose d'un côté sur la plaque, et de l'autre contre la face intérieure de la tour. Ce travail n'était point achevé lorsque nous avons été visiter ce pont, le 26 juillet 1820, époque à laquelle le passage a été livré au public.

De ce côté la route ne passe point dans la tour; elle tourne dans un chemin pratiqué dans l'escarpement du rocher qu'on a fait sauter.

Le pont d'Uuion que nous avons taché de décrire, offre un tableau intéressant et curieux; il ressemble par son étendue, sa légéreté, son élégance, à un arc-en-ciel renversé. Les amateurs de la nature trouveront que les bords de la Tweed sont embellis par ce spectacle enchanteur, et seront satisfaits de leur voyage. Cet ouvrage, considéré sous le point de vue de l'intérêt national, est une amélioration qui intéresse le Royaume, puisque son application peut s'étendre à un grand nombre de localités. Ce pont, le premier des ponts suspendus où les voitures de toutes charges aient été admises, doit surtout appeler l'attention des ingénieurs.

Le public doit de grands éloges à M. Molle et aux Commissaires des comités de Berwick et de Northumberland, qui sont parvenus à conduire à une heureuse fin cette belle entreprise, et à donner un grand exemple de l'em-

ploi de ces ponts dans beaucoup de cas où des difficultés naturelles, et le défaut de ressources mettaient dans l'impossibilité de construire des ponts en pierres ou en fer forgé.

Des critiques dédaigneux ne manqueront pas sans doute d'observer que ce projet a des défauts : il est probable même que, lorsqu'on entreprendra un autre ouvrage sur la même ou sur une plus grande échelle, l'expérience conduira à des améliorations. Néanmoins nous pensons que le projet et l'exécution du pont d'Union, doivent donner au capitaine Brown une grande célébrité dans l'art de construire les ponts suspendus d'après le système de la chaînette.

Nous apprenons que ce capitaine s'est engagé à faire la maçonnerie de ce travail, la charpente et la serrurerie pour 5,000 livres sterlings, somme quatre fois moindre que l'estimatif d'un pont en pierres de même étendue. En entreprenant cet ouvrage, l'auteur n'avait pas principalement en vue une semblable économie; il voulait étendre l'application des cables en chaînes de fer à son travail favori, la construction des ponts. Il est à désirer qu'il trouve dans l'exécution de plusieurs ouvrages de ce genre, une juste récompense de ses efforts et de ses talens. Les Commissaires du pont de l'Union lui ont témoigné leur satisfaction et leur reconnaissance, en lui accordant, après

l'achèvement des travaux, un supplément ou gratification de 1,000 guinées.

Projet du pont de Cramond. La fig. 5 de la planche 1.re représente le projet d'un pont qu'on devait établir au passage de la rivière Almont par la grande route nord d'Edimbourg à Queens Ferry. L'ouverture entre les points de suspension est de 150 pieds.

Les dispositions les plus remarquables de ce projet sont la manière de fixer les chaînes aux culées et la suppression des parties saillantes ou supérieures de ces culées qui empêchent évidemment de distribuer les chaînes d'une manière uniforme sous le pont.

Les chaînes principales tournent de même autour de la maçonnerie de chaque culée, au moyen d'une arcade, ainsi qu'on le voit sur le profil fig. 5, leurs extrémités terminées en tête s'emboîtent dans un tube creux et conique de fonte de fer solidement encastré dans la maçonnerie.

Cette description suffira pour donner une idée de la simplicité et des avantages de ce mode de fixer les chaînes. On peut réparer et changer chaque chaîne sans toucher au pont. La plate-forme au lieu d'être suspendue aux chaînes principales, repose au contraire sur ces chaînes au moyen d'un assemblage de pièces de fonte de fer, dont la surface est disposée pour y recevoir des pierres cassées.

La construction de la plate-forme du pont, et l'augmentation de l'angle de suspension, limitent l'ouverture qu'on peut donner aux ponts de cette espèce, à environ 200 pieds. Au reste le projet représenté par la fig. 5, planche 1, paraît réunir beaucoup d'avantages, lorsque les ponts ne doivent avoir qu'une étendue moyenne; et la manière de fixer les chaînes que nous croyons nouvelle, peut s'appliquer à tous les ponts suspendus.

Force du fer. Nous avons fait des recherches sur la force du fer; nous avons étudié les lois de son extension et médité sur les divers points de ce sujet important, parcequ'il se lie essentiellement à la construction des ponts en fer. Sans entrer maintenant dans les détails, nous nous bornerons à observer que, si l'on suppose, ainsi qu' on le fait généralement, qu'un pouce carré de fer forgé peut porter un poids de 27 tonneaux, on exagère dans beaucoup de cas sa force; on s'expose à de graves erreurs.

Le comité de la chambre des communes, chargé d'examiner la possibilité de jeter un pont sur le détroit de Menai, et les projets présentés, a, dans ses rapports du plus haut intérêt, étendu les limites de nos connaissances sur la force des matériaux employés dans la construction des ponts. On s'est servi pour établir la force du fer de méthodes aussi exactes qu'ingénieuses, qui fixent par leurs résultats im-

portans l'opinion des Ingénieurs et contrôlent leurs expériences. Nous avons vu opérer les machines que le capitaine Brown et M. Brunton à Londres ont établi dans ce but : elles produisent un effort qui s'étend jusqu'à cent tonnes, avec une facilité et une précision étonnantes; et qu'on peut dire même admirable dans des expériences faites sur une aussi grande échelle. Maintenant les manufacturiers de cables en fer et ceux qui employent ce fer, peuvent, dans la pratique, connaître quelle est la force d'un anneau, d'un boulon, d'une vis etc. et les employer avec un degré de confiance et de certitude qui n'eut été qu'hypothètique il y a quelques années.

Nous avons assisté à des expériences intéressantes de M. Brunton qui avaient pour objet leurs travaux sur la route commerciale. On soumit à l'épreuve de la machine une barre ronde en fer, et la force fut successivement graduée et portée à 94 tonneaux. Lorsque la pression de la machine hydraulique atteignit 60 tonneaux, on vit des paillettes d'oxide de fer qui commençaient à se détacher sur quelques points; la puissance s'élevant ensuite à 72 tonneaux, les points précédens devinrent sensiblement plus minces et leur température augmenta un peu; enfin quand le registre de la machine indiqua une puissance de 92 tonneaux, l'anneau fut brisé. On avait employé

à cette expérience du fer rond du pays de Galles. M. Brunton qui l'examina, reconnut, par la forme de la fracture et le grain intérieur, que ce fer n'était pas de la première qualité.

Il est sans doute superflu d'observer que lorsqu'on construit un pont en chaînes d'une certaine étendue, on doit s'assurer qu'il supportera sans crainte de danger, les charges ordinaires qui doivent y passer; mais il est indispensable dans un ouvrage de cette nature, de faire entrer dans les calculs la pression produite par le passage d'une foule de peuple ou d'un troupeau de bestiaux. Nous sommes persuadés que l'effet, dans ce premier cas, est plus grand et plus dangereux que le second, et même plus difficile à éviter. Nous estimons que le même espace couvert par des hommes, porte un plus grand poids que lorsqu'il est couvert par des bestiaux, et que le rapport des poids est, dans ces deux cas, comme 9 est à 7. Nous savons aussi qu'un troupeau de bestiaux peut être dirigé avec plus de facilité et d'ordre sur un pont, qu'une foule de peuple attiré par un motif quelconque d'intérêt, de curiosité ou de frayeur. Nous citerons à ce sujet un fait dont nous avons été témoins. On fixa à un jour de juillet 1820, l'ouverture du pont du capitaine Brown sur la Tweed, ainsi que nous l'avons dit, et on prit de grandes précautions pour empêcher beaucoup de monde de pas-

ser à la fois, mais toutes les barrières furent brisées ou franchies, et la foule en peu de moment couvrit le pont. On estima qu'il y avait eu à-la-fois 700 personnes, qui, au poids moyen de 150 liv., donnent 50 tonneaux de charge, indépendamment du poids de tout l'ouvrage : cependant le pont ne reçut aucune altération.

Les chaînes principales du pont d'Union sont formées, ainsi que nous l'avons vu, de barres rondes de fer de deux pouces de diamètre. Une tige de cette force, d'un fer qui n'était pas de première qualité, a résisté à une action de 92 tonneaux; comme le nombre des chaînes de ce pont est de 12, si nous évaluons la force de chaque barre et des anneaux à 92 tonneaux, nous trouvons que la force totale du pont est de $92 \times 12 = 1104$ tonneaux. Nous avons déjà remarqué que le poids du pont pouvait être estimé à 100 tonneaux; si nous supposons que la plus grande charge possible soit de 47 tonneaux, ou même 50, nous aurons 150 tonneaux pour le poids total. Puisque l'angle de suspension est de 12.°, nous trouvons, par le calcul, que le poids réel doit être porté de 150 tonneaux à 370, en raison de cette inclinaison; mais comme la force a été trouvée de 1104 tonneaux, il restera donc une puissance supplémentaire de 734, que nous réduisons à 700 tonneaux, pour faire résistance à tous les accroissemens de charge et aux efforts,

quelles qu'en soient les causes, qui surpasseront le poids de 50 tonneaux de la charge fixée au maximum.

Mais les effets que nous avons à évaluer et à prévenir dans les ponts suspendus, ne sont pas produits par la pesanteur nommée poids morts, mais par l'action des forces vives, des chocs, des vibrations dont nous avons parlé en décrivant le pont de Dryburgh, et qui est beaucoup plus puissante et plus dangereuse que la charge. On a remarqué, par exemple, que le plus grand effet qu'éprouve le pont en bois de Montrose de 500 pieds d'ouverture, est produit par le passage d'un régiment à pied, marchant au pas, c'est-à-dire frappant le pont en mesure : il n'en est pas de même lorsque le pont est traversé par un régiment de cavalerie, parceque le pas des chevaux n'est pas réglé; de même une foule de monde marchant pêle-mêle, ou un troupeau de bestiaux, n'agissent pas comme un régiment d'infanterie, et ne produisent pas la même vibration sur le pont de Montrose. Il faut surtout se garantir des effets des coups de vent, dont la violence prolongée est capable de désunir les parties d'un pont suspendu, d'en rompre l'équilibre et de le détruire. On doit par cette raison attacher une grande importance à unir solidement les garde-fous à la plate-forme, afin de créer un massif solide et d'empêcher toute solution de continuité.

Progrès des améliorations. L'histoire des améliorations obtenues dans les diverses branches des arts et des sciences, est sans doute du plus haut intérêt, et ce n'est pas nous écarter de notre sujet que d'en citer un ou deux exemples. Ce fut un anglais, Jonathan Hulls, qui le premier proposa, en 1735, de diriger les bateaux par des machines à vapeur (ainsi qu'on le prouve dans les annales de Physique, vol. 13, page 279). Ce moyen ingénieux ne fut mis en pratique que long-tems après aux Etats-Unis; il a reçu depuis une grande extension. Il est également certain que l'on construisait des ponts en chaînes d'une grande étendue depuis plusieurs siècles en Chine, qu'on en a jeté un de ce genre en 1741 sur la Tees, et que la communication entre les comtés de Durham et York a été établie par ce pont il y a 80 ans. A la vérité nous avons encore appris peut-être, de la pratique de nos amis transatlantiques, l'emploi de ces ponts pour le passage des voitures sur les grandes rivières et ravins.

Il serait difficile de prévenir l'extension qu'on pourra donner à ce nouveau mode de construction : celui qui serait assez téméraire pour en vouloir fixer les limites, ferait bien, avant de présenter des vues étroites, de méditer l'histoire des machines à vapeur. Quand le marquis de Worcester proposa le premier d'em-

ployer l'eau bouillante comme puissance ou moteur, qui aurait pu prévoir alors les avantages incalculables que notre illustre compatriote, feu James Watt, procurerait, en perfectionnant cette invention ? L'opinion publique s'est rapidement formée sur diverses inventions ; et dernièrement sur celle des ponts construits d'après le principe de la courbe de la chaînette ; et cet art a fait depuis peu des progrès bien rapides. Si nous examinons, par exemple, les ponts légers du Gala, de l'Etterick et de la Tweed ; et si nous comparons le pont de la Tees fait en 1741 au pont de la Tweed construit en 1820, nous sommes fondés à croire à la possibilité de l'exécution d'un pont suspendu sur le détroit de Menai, par une heureuse combinaison des ressources de la théorie et des leçons de la pratique.

M. Gilbert Daviet a publié sur ce sujet (Journal des sciences, volume 10, page 230), une dissertation aussi satisfaisante par les résultats que la théorie en est simple et élégante; et quoique les progrès de la pratique ne soient pas aussi rapides que ceux de la science, nous n'hésitons pas à déclarer que nous sommes persuadés que la construction des pont suspendus, d'après le principe de la courbe de la chaînette, doit dans la pratique acquérir plus d'extension et de perfectionnement.

Edimbourg, le 19 juillet 1821.

DESCRIPTION

DU PONT SUSPENDU DE TRINITÉ A NEWHAVEN, PRÈS D'EDIMBOURG,

Par le Capitaine Samuël BROWN, *de la Marine Royale, adressée au Doct. Browster.*

Mon cher Monsieur,

J'avais l'intention de vous envoyer une description du pont de l'Union sur la Tweed, que j'ai fait construire en 1820; mais j'ai été devancé par M. Stevenson qui était présent à son ouverture, le 26 juillet 1820. Comme cet ingénieur a donné des renseignemens sur les piles en maçonnerie, les chaînes en fer etc., je ne dois pas m'en occuper. Cependant je remarquerai qu'on ne trouve pas dans cette description bien des détails nécessaires aux ingénieurs, mais que M. Stevenson ne pouvait donner, puisqu'il n'a pas suivi les travaux, quelqu'essentiels que soient ces détails, la longueur des développemens dans lesquels il faudrait entrer, et l'importance des matières traitées dans cet ouvrage périodique, m'empêche de les présenter.

Je considére le pont de la Tweed et celui de suspension de Trinité, comme le prélude d'un grand nombre de travaux de cette espèce, sus-

ceptible de dispositions très variées selon l'étendue et la grandeur des projets, la situation des lieux et le poids des transports. Je suis persuadé que ce sujet fixera l'attention de nos savans et mécaniciens les plus célèbres, et sera traité par eux avec les développemens que méritent son importance. Je me bornerai, quant au pont de l'Union, à citer les faits suivans : la circulation, y est aussi peu restreinte, est aussi libre que sur les autres pont en pierres ou en fer forgé; aucune charge n'a été limitée, et nul accident, nulle avarie n'ont eu lieu. Le péage fixé au même taux que sur les routes et ponts, a payé au-delà de l'intérêt de la dépense y compris la gratification de mille guinées qui m'a été accordée par les commissaires. Tout porte à croire que le capital sera remboursé en peu d'années.

Une nouvelle application du même système a été faite avec le même succès par la construction du pont suspendu, dit de Trinité, dans le détroit de la Forth, près d'Edimbourg : les fig. 1, 2 et 3 de la planche II, en donnent la perspective, l'élévation et le plan. La dépense en a été faite par les propriétaires des bateaux à vapeur employés dans le détroit de la Forth, et par les capitalistes formant la compagnie du pont de la Trinité. L'accroissement du commerce sur cette côte, depuis l'établissement des bateaux à vapeur, mettait les pro-

priétaires de ces bateaux dans la nécessité de pourvoir à un moyen plus sûr de débarquement. Ils essayèrent d'abord d'entrer en arrangement avec les Commissaires de la jetée de New-haven; mais sur le refus de ceux-ci, le lieutenant Crichton, de la marine royale, directeur principal des compagnies d'embarquement de Londres, Leith, Edimbourg et Glascow, fit voir qu'au lieu de discuter sur le droit de débarquement à Newhaven et de dépenser beaucoup d'argent pour cet objet, il était préférable d'établir une jetée nouvelle. La compagnie a des grandes obligations à cet officier qui a su, tout à-la-fois, par ses efforts et sa persévérance, aplanir les difficultés et faire choix, à l'aide d'une grande expérience et de beaucoup de talens, de la situation la plus convenable pour l'emplacement du môle et de la jetée.

Les magistrats d'Edimbourg ont favorisé cette entreprise, en autorisant sa construction, dans la place choisie par M. Crichton, et en renonçant à la portion qu'elle avait droit de réclamer sur les péages à percevoir sur le môle et la jetée. La compagnie a aussi des obligations à M. Scott, propriétaire du banc de Trinité, qui a fait la cession d'une pièce de terre considérable et nécessaire à l'établissement des abords du pont, et la construction d'une maison commode pour les voyageurs.

Ces préliminaires arrêtés, je commençai

le battage des pieux en mars 1821; mais des tempêtes fréquentes rendirent cette opération longue et difficile. Je ne parvins qu'en juillet à terminer le battage des pieux et la construction des plates-formes.

La seule amélioration que j'aie faite dans la construction du pont ou jetée de Trinité, est la modification apportée dans les dimensions des barres. Je leur ai donné près des points de suspension plus de force, parce que c'est là où l'action est plus puissante; les dimensions ont été graduées et proportionnées à l'effort que chaque barre doit supporter; ainsi les barres du milieu, où la résistance est moindre, sont aussi les plus faibles.

La longueur du pont est de 700 pieds, divisés en trois parties égales de 209 pieds d'ouverture; les 73 pieds restans sont employés par les supports et culées. La largeur est de 4 pieds, et la hauteur au-dessus des hautes mers est de 10 pieds.

La plate-forme la plus avancée, ou môle, qui a 60 pieds de large et 50 pieds de long, est établie sur 46 pieux enfoncés de 8 pieds, dans une terre bleue, dure et forte Les têtes de ces pieux sont réliées par des longrines et traversines, et par des croix de Saint-André, qui forment ensemble un cadre solide et de niveau sur lequel on a posé un plancher de

deux pouces d'épaisseur. Cette plate-forme est exposée par sa face extrême, tournée au nord, à toute l'action de la mer, et doit aussi résister aux mouvemens des chaînes, à la pesanteur et aux vibrations du pont dont il est l'une des culées, aussi est-elle consolidée par des traverses diagonales qui se croisent et empêchent tout mouvement.

Les piles intermédiaires n'ont à soutenir que le poids des chaînes et du pont, et sont garanties du choc des vagues par la plate-forme la plus avancée. Leur surface et leur stabilité sont suffisantes pour y asseoir solidement les supports en fonte de fer destinés à recevoir les chaînes principales et à résister à leur pression.

La pile ou porte, ou culée intérieure, est faite en maçonnerie solide de 6 pieds d'épaisseur, ou 20 pieds de hauteur. Les chaînes principales posent sur le haut de cette porte, de la même manière que sur les piliers intérieurs. Au-delà de la porte en maçonnerie, le prolongement des chaînes descend sous un angle de 45°, dans un creux de 10 pieds de profondeur, ouvert dans une argile dure. L'extrémité de chaque chaîne est fixée au fond de ce trou, au moyen d'une plaque de fonte de fer, très massive, de la forme d'un champignon.

Sur la plate-forme extrême, le prolongement des chaînes fait aussi un angle de 45.° et l'extrémité vient se fixer à un cadre fortement

mortaisé dans les pieux et lié invariablement avec tout le système.

Les anneaux des chaînes de suspension sont des tiges rondes de 2 pouces à 1 pouce 1/5.e et 1 pouces 3/4 de diamètre, percées aux deux extrémités. Ces pièces, dont la grosseur varie, ainsi que nous l'avons dit, en raison de leur position, sont unies deux à deux par des plaques latérales et des boulons dont la force est proportionnée à celle de toute la machine. Par cet assemblage simple, les tiges font ensemble un tout solide, et une seule ligne droite; cependant lorsqu'on la pose, la ligne prend entre les points de suspension une courbure dont les sinus verse est de 14 pieds.

Les barres les plus basses ont 3 pouces et 2 pouces 1/4 d'épaisseur. Les extrémités sont unies par deux demi-boîtes, fermées au moyen d'anneaux très solides, elles sont soutenues dans une position horisontale au moyen des tiges perpendiculaires qui traversent dans le bas les pièces de pont, et dans le haut les joints des chaines de suspension, où de fortes têtes les retiennent. La plate-forme est formée par les pièces de pont, un plancher de recouvrement de deux pouces avec une corniche ou goutière fort jolie de chaque côté. A droite et à gauche règne un garde-fou en fer de 4 pieds de hauteur; les montans principaux ne sont autre chose que les tiges verticales qui s'étendent des

chaînes courbes au plancher, ainsi que nous l'avons dit.

La grande utilité du pont de débarquement de Trinité ayant été constatée, sa force et sa durée sont par cela même du plus haut intérêt.

Je me suis assuré de la force des fers employés, par plusieurs centaines d'épreuves faites au moyen d'une machine très-exacte, établie d'après le principe de celles employées à peser. J'ai trouvé qu'il fallait une force de 147,000 livres pour rompre une tige ronde de fer de 1 pouce 3/4 de diamètre, tirée dans le sens de sa longueur; mais le fer commence à s'alonger avec les 3/5 de cette force, lorsqu'elle agit long-tems. J'ai soumis de même à cette machine les tiges principales unies comme elles le sont dans le pont; elles ont résisté à une pression de 88,000 livres ou de 40 tonneaux. Mais une expérience générale que j'ai faite paraîtra plus satisfaisante au public, et lui donnera toute sécurité. J'ai fait poser sur le pont un poids de 21 tonneaux, qui, ajouté à celui des personnes passant avec leurs bagages, donne une charge beaucoup plus forte que celle que ce pont aura jamais à supporter.

Quant à la solidité de la plate-forme et des piles, nous avons l'expérience qu'une construction faite sur des pieux enfoncés dans un terrain solide, résiste aussi bien à la violence de la mer qu'une masse de maçonnerie épaisse.

La jetée d'Yarmouth n'exige d'autres réparations que celles nécessitées par la pourriture des bois. La jetée Est d'Ostende et la plate-forme qui la termine résistent depuis des siècles à l'action de marées très-violentes par des vents du Nord. Les batteries de Cronstadt, dans le golfe de Finlande, établies sur des pilotis comme sur des îles, sont de même exposées aux effets des hautes marées et des tempêtes sans être dégradées.

Les établissemens en pilotis dans de telles localités sont bien préférables à des constructions en maçonnerie, parce que des vaisseaux par de gros tems ne peuvent accoster celles-ci sans courir les chances de s'ouvrir et d'être engloutis par le choc ou la réaction de la lame, à moins que ces ouvrages de maçonnerie n'aient l'étendue et la magnificence de ceux nommés par cette raison *Breakwater*. Il est certain qu'aucun vaisseau ne peut se ranger contre la jetée en pierres de Newhaven par un vent violent de Nord-Ouest.

L'objection que la durée du pont et des piles de Trinité sera courte, ne saurait être jugée de quelque importance : on peut remplacer les pieux gâtés, ou seulement la partie hors de l'eau, avec facilité et sans beaucoup de dépense. Les ouvrages en pieux sont sans contredit plus économiques que ceux faits avec d'autres matériaux. Quant à la partie en fer, on rend ce

métal presqu'impérissable au moyen de la peinture ; d'ailleurs on remplace avec facilité une pièce en fer quelconque sans démonter l'ouvrage.

Le môle de Trinité ne semble pas opposer une grande résistance à la mer ; mais les lames perdent leur force en se jouant à travers les pieux, qui embrassent un espace de 60 pieds carrés ; les flots sont tellement amortis, que les vaisseaux abordent sans danger à toute hauteur de marée et débarquent facilement les passagers.

Comme le principe de cette construction n'est pas limité à une étendue particulière, on pourrait plus tard prolonger le pont suspendu et établir un môle en charpente, plus avancé en mer; on recevrait alors à quai, les vaisseaux de guerre, ce qui faciliterait l'embarquement et le débarquement des troupes, et on éviterait ainsi des délais très-préjudiciables. Cette promptitude dans les communications entre la terre et les vaisseaux de la marine royale, considérée sous le point de vue militaire, peut, dans quelques circonstances, devenir de la plus haute importance, parce que souvent le succès d'une expédition dépend principalement de la rapidité mise à embarquer.

Cet article occuperait un espace trop étendu et trop précieux du Journal philosophique

d'Edimbourg, si j'entrais dans le développement de tous les avantages qu'on pourrait retirer d'une application plus générale des ponts et jetées suspendus ; je me bornerai à observer qu'on pourrait les employer à sauver les marins et les passagers dans les naufrages, et à prévenir les désastres les plus déplorables que l'espèce humaine ait à redouter.

Il est bien connu que lorsqu'une chaloupe a passé le ressac de la mer contre la côte, elle est considérée comme hors de danger ; et que ni les vents ni les marées n'empêchent nos marins de déal d'aller au secours des vaisseaux en détresse. Cependant leur extrême hardiesse et leur expérience sont quelquefois enchaînées pendant les grandes tempêtes qui ont lieu dans les downs, et mille vaisseaux ont péri ou ont été sur le point de se perdre, sans qu'il ait été possible de leur porter secours. Je n'assure pas encore qu'on puisse planter des pieux dans la rade de déal ; mais s'il est possible d'en établir, toutes les objections contre une plate-forme et un pont suspendu tombent nécessairement. Il n'y a pas sur la côte, il est vrai, de point où la mer soit aussi terrible, et les brisans plus dangereux ; mais je ne vois aucun obstacle qui puisse empêcher de proportionner le nombre et la force des pieux, et la construction des piliers, à l'action violente qu'ils devraient éprouver. Je propo-

serais de suspendre à la plate-forme, des chaloupes de la même manière que sur les navires, et de tout disposer pour que l'équipage puisse se mettre en mer jour et nuit, et aller au secours des vaisseaux en danger. Je placerais dans le centre de cette plate-forme deux passages pour les chaloupes qui seraient assez grands pour recevoir les ancres et les cables les plus grands.

Mon projet n'est pas assez arrêté pour que je puisse entrer maintenant dans plus de détails; mais d'après l'étude que j'en ai faite, j'ai la conviction qu'il n'est ni impraticable ni même difficile.

Londres,
25. Charles Street. St. James squarre.

S. BROWN.

7 nov.re 1821.

Explication des figures de la moitié de la planche II, *représentant les détails des principales parties du pont de suspension du Capitaine* BROWN.

G est une tige droite, formant l'un des anneaux d'une des lignes principales de suspension.

H est une demi-plaque destinée à unir les tiges G à leur extrémité.

K est un des boulons.

I est une section du boulon K.

L est une virole pour fermer les plaques et les joints. *l* est le côté, ou la projection de la virole L.

MM est une face ou projection verticale de deux tiges unies.

NN est la projection horisontale de deux paires de tiges assemblées.

R est une tige verticale, dont la tête repose sur les joints des deux paires de tiges de la chaîne principale, et qui supporte les chaînes horisontales et basses qui régnent sur le pont.

SS. Tiges droites d'une autre forme, dont on assemble les extrémités par une paire de plaques creuses, pour en former des anneaux de la chaîne principale.

T. Vue intérieure d'une plaque creuse servant à unir les tiges.

UU. Profil ou projection de deux tiges unies et serrées par une paire de plaques creuses.

V Indique une troisième méthode d'établir les chaînes principales, en unissant latéralement plusieurs tiges au moyen de joints dentelés et inclinés qui s'emboîtent.

X est une coupe de 16 tiges, ou barres unies ensembles et embrassées par la tête supérieure d'une tige verticale destinée à porter la chaîne horisontale du pont, comme en R.

Y est le profil ou la projection d'une longue plaque formant la moitié d'un grand anneau

destiné à embrasser plusieurs anneaux de la chaîne principale, et à donner la facilité de remplacer les pièces défectueuses de la chaîne principale.

ZZZ est une projection horisontale qui indique la manière dont l'opération ci-dessus est faite, et qui sert à enlever la tige *eee* qui est supposée brisée.

PONT EN CHAINES

DE BANGOR,

Par M. Telford.

Le pont de Bangor, maintenant en construction, est le plus grand ouvrage de ce genre qu'on ait jamais entrepris. La planche III en donne le plan et l'élévation, mais sans les détails, qui d'ailleurs n'étaient pas connus au commencement de cette année. Il paraît même qu'à cette époque M. Telford n'avait pas fait le choix des moyens qu'il adopterait dans la construction des chaînes; cependant il faisait exécuter les voûtes en maçonnerie qui sont indiquées sur le profil, ainsi que les deux tours destinées à recevoir les attaches des chaînes.

M. Telford avait d'abord l'intention de faire ses chaînes continues, et pour ainsi dire, d'une seule pièce, en réunissant un grand nombre de petites barres par la torsion à chaud; il voulait ensuite enduire le tout de poix ou de graisse, envelopper ces faisceaux de fils de fer tortillés et fortement liés, goudronner l'extérieur comme l'intérieur, et y ajouter enfin une nouvelle enveloppe en toile goudronnée et ficelée.

Ce pont doit avoir les dimensions suivantes:

	pieds.
Du centre d'une tour à l'autre..........	560
Distance verticale de la base supérieure de la tour au niveau des grandes tours. ...	100
Ouverture de chaque arche en pierre....	50
Largeur de chaque tour à la base inférieure..............................	15
Largeur de chaque tour à la base supérieure................................	10
Hauteur de la chaîne au-dessus de la base supérieure...........................	35
Largeur des trous à la base supérieure...	65
Largeur des trous à la base inférieure..	39
Hauteur de la balustrade.	6
Hauteur du bureau à péage.	9
Profondeur de la rivière aux grandes eaux..............................	48
Profondeur de la rivière aux eaux basses.	27

Nous avons vu dans la note de M. Stevenson, relative au projet de pont sur le détroit de Ménai, l'utilité de cet ouvrage et l'importance que l'Angleterre attache à son exécution.

Le port de Holyhead étant le plus convenable et le plus sûr pour passer d'Angleterre en Irlande, et surtout de Londres à Dublin, le gouvernement, qui attache une grande importance à cette communication, a fait exécuter, à ses frais, la grande route d'Holyhead de Londres à Dublin, qu'il considère comme

militaire, et a même chargé un comité du Parlement de veiller à l'exécution des travaux, et de proposer les mesures et les dépenses pour les achever sur une grande échelle. Il ne reste plus à franchir, pour arriver de Londres au pont d'Holyhead, que le détroit de Ménai, qui sépare l'île d'Anglesey du comté de Carnavan. Ce détroit est un bras de mer de 800 pieds de large, très-profond, avec courant rapide et un fond de rocher. La navigation y est très-active, et le passage fréquenté par des vaisseaux du plus fort tonnage. On concoit par-là à combien de conditions difficiles il faut satisfaire dans la rédaction d'un projet d'un pont, pour une telle localité. Les plus habiles Ingénieurs anglais se sont essayés sur ce problème difficile, et ont présenté un grand nombre de projets. Il a paru impossible de jeter sur ce détroit un pont en pierre ou en charpente, parce qu'on ne saurait comment asseoir des cintres et des supports, même provisoires. Les projets du pont de fer forgé, d'après le système adopté pour les ponts de Londres, ont été d'abord proposés et bientôt abandonnés, par des motifs semblables et par la difficulté de la pose. Celui de ce genre qui a réuni le plus de suffrages, a été rédigé par M. Telford, très-habile ingénieur. Ce pont n'aurait eu qu'une seule arche en fer forgé, de 500 pieds d'ouverture et de 100 pieds de hau-

teur, au-dessus du niveau de la marée; son estimation était de 12733 liv. st.

M. Telford, qui n'a pas donné les détails de cette grande entreprise, s'est livré à des recherches très-curieuses sur la résistance du fer. Ses expériences, faites avec des machines qui mesurent avec précision la force des barres jusqu'à 100 tonneaux, serviront de base à tous les ouvrages de ce genre qui pourront être entrepris. Il a rendu à la science en général, et à celle des constructions surtout, un grand service par le soin et l'habileté qu'on remarque dans ses travaux et ses recherches.

Le plan, l'élévation et la perspective de la planche 3, qui font connaître l'ensemble du système adopté par M. Telford, montrent aussi quelques points de ressemblance entre le pont de Bangor et celui construit précédemment par le Capitaine Brown; nous en trouvons surtout dans la méthode d'attacher les chaînes, point principal et le plus difficile dans les constructions de ce genre.

Le pont de Bangor ainsi construit, satisfera à toutes les conditions imposées par la nature et par le Parlement. Il pourra être traversé en tout tems, dans le haut par les voitures les plus lourdes, et dans le bas par les grands navires. On remarque surtout que les vaisseaux le franchiront à pleines voiles par tous les vents, parce que la plate-forme est horisontale et partout à 100 pieds au-dessus de la marée.

D'après les nombreuses expériences faites par M. Telford, il paraît constaté qu'une barre de fer, d'un pouce carré, résiste à une force de 24 tonneaux. Ainsi une barre d'un pouce 1/2 d'épaisseur et de 4 pouces de largeur, ayant ainsi 6 pouces carrés, peut porter une charge de 144 tonneaux : si on suppose les courbes ayant chacune seulement cette section, elles pourront porter ensemble 144 $\times$ 8 ou 1152 tonn., ou 230400 liv. dont il faut déduire le poids du fer, qui est d'une livre, avoir du poids, pour 4 pouces cubiques.

M. Telford, auteur du projet du pont de Runcorn, près Liverpol, de 1000 pieds d'ouverture, avait calculé que le poids total du pont de Runcorn serait de 574 tonneaux. Ainsi le pont de Baugor, d'une ouverture de 560 pieds, peserait tout au plus la moitié, ou... 287 ton.

Nous avons vu qu'avec 8 courbes de 6 pouces carrés seulement, la force serait de 1152

L'excédent est donc de 865 ton.

Ce reste ne représente pas le poids absolu que pourrait supporter le pont; il faut en retrancher les différences produites par l'inclinaison des parties de la chaîne, ou par la décomposition des forces.

Les chaînes courbes n'ont pas seulement à

résister dans le sens de leur longueur, mais dans celui perpendiculaire à cette direction, par l'application des tiges verticales qui portent la plate-forme.

Pour constater la charge nette que le pont pourrait porter, il serait nécessaire de connaître les angles d'inclinaison et la force, ainsi que la forme des chaînes employées.

Ces détails étant fixés, les expériences faites sur la force d'une tige d'une certaine dimension et d'une qualité moyenne, suffisent pour en calculer les effets. Il est surtout nécessaire, dans les constructions de ce genre, de tenir compte des vibrations et des chocs produits par le vent ou le passage d'une grande foule. Ces forces vives sont plus à redouter que des charges excessives répandues uniformément sur la plate-forme.

Les ponts suspendus ont surtout l'avantage d'éviter les grands frais que nécessitent dans les anciennes constructions, les dépenses de cintres. On assemble et dispose les cables, sur une des rives; on place dans la direction du pont des bateaux sur lesquels on fait glisser ces cables; on pose et attache avec facilité l'une des extrémités, et au moyen du cabestan on amène l'autre extrémité au deuxième point d'attache. La première courbe établie sert comme d'échafaud aux autres, que l'on conduit en place à l'aide de poulies et de cabestans.

Tout porte à croire que ce genre de construction sera généralement adopté en France, aussitôt que les progrès de la métallurgie auront fait baisser, comme en Angleterre, le prix du fer.

Il est essentiel de remarquer que le fer, en Angleterre, étant fabriqué avec des marteaux et des machines d'une force prodigieuse, il est mieux corroyé, plus égal et capable d'une plus grande résistance; mais on vient d'établir en France, des forges d'après ce procédé, qui est à-la-fois plus rapide, plus économique et meilleur.

On doit espérer que dans peu d'années le commerce donnera du fer de meilleure qualité et à plus bas prix. C'est alors seulement que les Ingénieurs français pourront entrer dans cette nouvelle carrière, et rivaliser avec les Ingénieurs d'Angleterre et des Etats-Unis, qu'ils ont dévancés et surpassés en beaucoup d'autres.

EXTRAIT

D'UN TRAITÉ DES PONTS SUSPENDUS,

Par Samuel Ware, Ingénieur Anglais.

INTRODUCTION.

Monsieur Rennie présenta au Comité de la Chambre des Communes, le 9 Juin 1810, un projet de pont en fonte de fer, pour le passage du détroit de Menai à Ynysy-Moch, dont la dépense était évaluée à 268,500 liv. st.

M. Telford proposa, le 30 Mai 1811, un autre projet de pont aussi en fonte de fer, estimé.................... 127,331 liv. sterl.

L'étude que je fis des divers rapports publiés par le Comité de la Chambre des Communes, et les évidences ou déclarations des témoins appelés par lui, me firent juger qu'un pont suspendu serait préférable; j'écrivis au Comité, le 28 Juin 1811, que je m'engageais à faire exécuter ce travail pour la somme de 34,600 l. s.

Je lui fis connaître avec quelle facilité cet ouvrage pouvait être exécuté et le tems nécessaire pour le terminer.

Je ne fus pas peu surpris de lire huit ans après, dans le nouveau rapport du Comité, en date du 18 Février 1819, le passage suivant:

» Lorsque votre Comité considère que la première évaluation du pont projeté sur le détroit de Menai, présentée par Lord Colchester, était de 268,500 l. st. Il n'hésite pas à déclarer que le public a de grandes obligations à M. Telford, qui est parvenu à imaginer un système de construction dont la dépense ne doit s'élever qu'à 70.000 liv st. »

Quoique le tems que j'ai passé à la rédaction du projet du pont de Menai soit perdu, cependant les recherches auxquelles j'ai été conduit peuvent devenir utiles et empêcher qu'une invention aussi heureuse que celle des ponts suspendus ne soit de nouveau abandonnée. C'est pourquoi je me suis déterminé à les publier.

Scammozzi, dans son architecture imprimée en 1615, nous apprend que l'on construisait à cette époque des ponts de cette espèce; cependant on a voulu les considérer comme une découverte moderne ou comme une imitation des ponts en cordes, faits par les indigènes des Indes-Orientales et de l'Amérique du sud.

Les inventions utiles se perdent difficilement, lorsqu'il ne leur faut pour être mises en pratique qu'un esprit et une instruction ordinaires; mais l'application de celles-ci a exigé les efforts des plus savans mathématiciens, et ce ne fut qu'au tems des Bernouilli que l'analyse ayant fait plus de progrès, il fut possible de déterminer tous les principes et les propriétés de la courbe de la chaînette.

Les premiers ponts suspendus ayant été probablement établis d'après des idées erronées, leur durée fût très-courte, ce qui en fit abandonner le système, dont le souvenir même s'était perdu.

Le pont à jeter sur le détroit de Menai devant avoir une arche de 560 pieds d'ouverture et de 100 pieds de haut, pour donner passage aux navires, il est convenable, et plus économique, de l'établir sur des chaînes; mais on doit prendre en considération que la pression d'un pont suspendu est vive, tandis que celle d'un pont fixe est morte. Ce travail exige par cela seul des précautions extraordinaires. Les Ingénieurs appelés à construire de semblables ouvrages qui ne se rendraient pas compte des divers effets produits, s'appercevraient trop tard de leurs erreurs.

M. Telford a rédigé son projet de pont suspendu sur le détroit de Menai (1) d'après des principes différens de ceux que j'ai deve-

(1) M. Rennie ayant été consulté par le comité de la Chambre des Communes sur ce projet, a répondu qu'il regardait l'exécution d'un pont suspendu sur le détroit de Menai comme très-praticable, et qu'il ne doutait nullement que M. Telford n'ait eu soin de donner assez de force à toutes les parties du pont et de les coordonner avec assez d'art, pour résister au poids qu'il avait sans doute déterminé avec précision; mais il a déclaré qu'il n'avait fait aucun calcul pour se rendre compte de la force du pont proposé par M. Telford.

loppés dans mon ouvrage, et à dû nécessairement arriver à d'autres résultats. Il pense que 16 cables suffisent pour porter le poids du pont; d'après les mêmes données, j'ai trouvé qu'il en fallait 50; mais si je considère la grande réputation de cet Ingénieur et l'approbation authentique donnée à son travail, par la Chambre des Communes, je dois craindre que mes propositions, ou les conséquences que j'en ai tirées, ne soient pas exactes.

Les principes de la construction des ponts suspendus devant être déduits des propriétés de la courbe de la chaînette, la discussion des lois de cette courbe et ses applications au pont en chaînes de Menai, peuvent donner aux architectes chargés de semblables projets, les moyens d'en calculer avec précision la force, les dimensions et les proportions de toutes les parties. Je souhaite qu'on ne remarque dans mon travail que des fautes presque inhérentes à des recherches aussi délicates.

PONTS SUSPENDUS.

Les premiers ponts en chaînes et en cordes furent construits dans les pays de montagnes, à une époque très-reculée. La première idée de cette construction a pu être suggérée par la toile de l'araignée, qui sait établir d'un arbre à un autre un pont de cette espèce ; son travail et les moyens habiles qu'elle employe peuvent être étudiés avec fruit.

L'araignée qui veut jeter un pont d'un arbre à un autre, se place sous le vent, roule une pelotte de son fil, et le lance en haut et avec force ; le poids et le vent entraînent le flocon qui, en s'éloignant, déroule le fil de l'insecte et va au hasard se fixer, par l'adhésion de la substance gommeuse, sur une branche d'un arbre opposé ; l'araignée attache solidement l'autre extrêmité du fil au point où elle est établie.

Le fil en tombant et en se développant selon les lois de la chaînette prend une épaisseur proportionnée à la tension ou à la sécante de l'angle formé à chaque point par la tangente à ce point, et la ligne horizontale ; ainsi le fil est trés-mince au sommet et de plus en plus fort en approchant du point d'attache.

Le pont étant jeté, l'araignée le descend et le parcourt. Si nous la suivons dans sa marche, nous remarquons que le poids de son corps fait varier la courbe à chaque point où elle se trouve ; l'inclinaison de l'angle formé par la tangente de la courbe et la ligne horisontale augmente, et la tension relativement à la forme de la chaînette diminue, ainsi que toute la courbe de ce côté, jusqu'au point d'attache, et par conséquent la projection horisontale de chacune de ces parties de la courbe est toujours plus courte que celle de la partie correspondante de l'autre moitié de la courbe, où il n'y a pas de poids suspendu et qui se relève d'une quantité correspondante.

L'araignée termine le pont en donnant à chaque point une épaisseur proportionnée à la résistance à vaincre, en variant les formes et en multipliant les points d'attache pour résister aux efforts à soutenir, mais elle opère ces effets avec la plus sage économie dans l'emploi de la force.

La table suivante comprend l'état de tous les ponts suspendus dont il est fait mention dans un grand nombre de volumes que nous avons compulsés dans ce but.

PONTS

NOMS des PONTS.	RIVIÈRES.	EMPLACEMENS des PONTS.	LONGUEUR DE LA CORDE
1.	. . . .	Jannau China. . .	20 perches chinerins. . . . .
2. Chuka-chazum . . .	Techintchieu. . .	18 mil. de Murichon	140 pieds. . . . .
3. Apurima.	Cleft dans la Montagne	Andaquailas. . .	720 pieds. . . . .
4.	Alucrinda, ou Ganges	Serinagur . . .	240 pieds. . . . .
5. Selo-cha-zum. . . .	Techintchieu. . .	Mont.e de Chuka.	70 pieds. . . . .
6	J'hoola.	Rampore.	300 pieds. . . . .
7.	Arratis.	Stoffingen en Suisse	112 varchi (1). . .
8. Près Garbichen. . .	Lucerna.	En Suisse. . . .	200 idem (1). . .
9.	Eno.	Copstan	150 idem (1) . . .
10. Berann.	Misa.	Bohême	116 pieds anglais. .
11. Chain Bridge. . . .	Merrimack. . . .	Newbury, port. .	244. . . . . . .
12. Cumberlang	Potomac.	Maryland.	130. . . . . . .
13.	Potowmac	Ville fédérale. . .	130. . . . . . .
14.	Brandywine. . . .	Wilmington. . . .	145. . . . . . .
15. Brownsville.	Monongahela. . .	C.té de la Fayette.	120. . . . . . .
16. Id.	Id.	Id.	112. . . . . . .
17.	Schuykill.	Philadelphie. . . .	140. . . . . . .
18.	Tees.	Middleton	70. . . . . . .
19.	Tweed.	Dryburgh.	261 . . . .
20. Union.	Tweed.	Berwick	432 Entre les culées 590 Entre les points d'attache. . .
21. Menai.	Détroit de Menai .	Bangor.	560 pieds. . . . .

SUSPENDUS.

MATÉRIAUX EMPLOYÉS.	EPAISSEUR des chaines DES BASES.	OBSERVATIONS.
Chaines de fer. . .		65. A. D. Mingus emperenr. Voir Kircher's Chine illustrate et Ogilby's China 1669.
Idem. . . .		Voir Turner's Tibet.
Cordes.		Voir les voyages de Fresier, à la mer du sud, en 1712, 1713 et 1714.
Cordes.		Vnir les vues de l'Indosten, per Daniel, N.° 23, 4.e série.
Chaînes en fer. . .		Voir le Tibet, par Turner.
Cordes.		Voir le vnyage de Frazer, aux cheines de Himale et aux sources du Gange et de Jumne.
Pièces de bois unies formant chaînes.		Voir l'architecture de Scamozsy. Liv. 8. Chep. 23. Il en existe beauooup d'autres semblables entre Trento et Inspruck, de même à Lavis et sur Lisarce à Cordau, Lemen, Persenum et huit ou neuf autres.
Pièces de bois unies.		(1) On ne sait pas précisément quelle est la languenr du Varchi, on suppose que c'est en moins un pas.
Doubles chaînes. .		
Chaines		Il y a aussi un pont de chaines sur le Pegnite, à Nuremberg, en Franconie, construit par Templemen, et a coûté 25,000 dollars, voir le pont de Pope.
Chaines	1 pouce 1/4.	
Id.	1 1/4.	
Id.	1 3/8	Voir l'architecture sur les ponts publiée per Pope, de New-Yorck, en 1811.
Id.	1 1/4	
Id.	1 1/4.	
Id.	1 1/2.	
Id.		Antiquités de Dutham, par Hutchinson.
Id.		Voir le Numero du Times, 13 Août 1817.
Chaines		Cepitaine Brown, 1819, dépense 5000 liv. st. poids de la plete-forme, cheines, etc, 160 tonneaux.
Berres de fer d'un demi pouce, unies ensemble et formant un cable.	12 pouces cerrés en section.	Telford, 1820. Le pont est en construction; le poids porte per les cables est évalué à 489 tonneaux, poids des cables 117 livres par yard; 16 cables ayant une section de 192 pouces carrés. Voir le 3.e repport sur le pont de Menai, dont le Perlement a ordonné l'impression les 8 Février, et 29 Avril 1819.

OBSERVATIONS sur la force de la tension des chaînes suspendues, formant la courbe de la chaînette.

Si une chaîne suspendue à deux points horizontaux est capable de porter un poids donné, une autre chaîne semblable attachée à des points plus éloignés, mais parallèles à la première, peut avoir assez de longueur pour ne porter que son propre poids, c'est à dire, que dans ce cas la force de tension se trouve égale à la cohésion ou à la résistance. Tout autre chaîne de même nature et semblablement placée qui aurait plus de longueur se briserait sous son propre poids. Le poids augmentant comme la longueur, et la force restant toujours la même, on peut faire varier la distance des points d'attache et la longueur des chaînes de manière à produire à volonté l'un des trois cas ci-dessus.

D'un autre côté, si, à deux points horizontaux, on attache trois chaînes de même grosseur, d'inégales longueurs, la chaîne du milieu peut avoir une longueur telle, qu'elle soit capable de porter un plus grand poids que les autres, sans se rompre, ou d'être un maximun, c'est

à dire, que le poids suspendu à cette chaîne, qui serait en équilibre avec la force de ses élémens, ferait casser également et la chaine la plus longue et la plus courte.

On se rend compte de cet effet en considérant qu'il faut une force infinie pour tendre une chaîne horizontalement, et qu'une chaîne d'une longueur infinie a de même un poids relatif, il y a donc une longueur et une tension moyennes qui donnent un minimum de tension ou un maximum de force, de telle sorte qu'en diminuant de plus en plus la longueur de la chaîne entre les points d'appui et l'élevant au dessus de la courbe du maximum de force, elle éprouve successivement une plus forte tension et ne porte qu'un poids moindre; de même en augmentant la chaîne et la laissant descendre au dessous de la courbe de maximum, la tension en devient plus forte jusqu'à ce que la chaîne se brise sous son propre poids.

Si l'on considère la ténacité des matériaux créés par la nature pour la construction des ponts suspendus et les limites prescrites par elle quant à la forme et à l'étendue des ponts, il semble qu'elle ait voulu régler ses dons en raison des besoins de l'homme et lui laisser le soin de découvrir les propriétés des corps à employer. Mais elle n'a permis qu'à un petit nombre de génies de faire jouir le monde de toutes ses bontés; plus ils approchent, dans leurs travaux,

des dernières limites qu'elle a posées, plus ils étendent leur réputation et sont dignes de gloire; mais le blâme attend également et ceux qui par exagération ou ignorance dépassent les bornes, et ceux qui, par faiblesse, ne peuvent en approcher. Avant de rédiger un projet hardi on doit étudier les principes généraux des machines, des matériaux, ceux même de l'organisation des corps, et penser qu'avec les élémens donnés, la nature (1) elle même ne pourrait aller au delà de certaines limites.

---

(1) M. Emerson a dit avec raison: il n'est pas au pouvoir de l'homme de faire des machines de toute grandeur; car lorsqu'on leur donne de trop fortes dimensions, plusieurs de leurs parties se brisent et tombent de leur propre poids.

Il serait impossible à la nature elle-même de produire à plaisir des animaux d'une grandeur immense, à moins qu'elle n'employât à la construction des os, des matières beaucoup plus dures et plus fortes que toutes celles jusqu'ici connues; ou bien il faudrait que les proportions des parties fussent si altérées, et les os et les muscles tellement gros que l'animal fut contrefait, monstrueux et hors d'état d'accomplir aucune action; il ne pourrait alors ni se mouvoir, ni s'arrêter, et tomberait écrasé sous son propre poids.

Au contraire quand les dimensions des animaux sont plus petites, leur force n'est pas réduite dans le même rapport que leur poids; aussi un petit animal peut transporter au loin une charge plus pesante que lui, tandis qu'un grand est hors d'état de porter autant que son poids. C'est pour cette raison que les petits animaux sont plus vifs, plus

Si, dans l'évaluation de la force du fer dans la construction d'un pont suspendu, on fait abstraction du poids du chemin qu'il doit porter, et si l'on fixe 1.° à 7° 10' l'angle au point de suspension, comme le maximum de la pente d'un chemin pour des piétons, 2.° à 224,000 onces la force du fer par pouce carré, ou au quart de celle qui la briserait, et 3.° à 54 onces 083 le poids d'une barre de fer d'un pied de long et un pouce carré; on trouve que la nature a limité la plus grande étendue d'un pont suspendu en fer pour des piétons à 1030 pieds 72. Mais si l'étendue n'était que de 500 pieds, on pourrait réduire l'angle au point de suspension à 2.° 44.

Quoique cette allocation des 3/4 de force

---

actifs, courent plus vîte, sautent plus loin et achèvent leurs mouvemens plus rapidement que les plus grands, car plus un animal est petit, plus la force relativement à son poids est grande; il semble même que la nature n'ait mis aucune limite à la petitesse des animaux, au moins quant à leur poids.

Il en est ainsi de deux machines semblables, mais d'inégales grandeurs, au delà de certaines limites, elles ne résistent pas aux percussions en raison de leur étendue; la plus grande est beaucoup plus altérée en proportion que la plus petite; c'est aussi ce qu'on remarque chez les animaux. Les plus grands se brisent quelquefois les os dans leur chûte; tandis que les plus petits tombent de plus bas, ne reçoivent aucun dommage; un chat peut même tomber de plus de six et dix pieds de haut et une fourmi du haut d'une tour sans se faire mal.

négligée pour compenser la charge du plancher des chevaux etc. etc. paraisse faible à l'auteur, cependant il sait que d'autres beaucoup moins timides et d'une grande réputation la jugent au contraire suffisante.

Plus l'angle d'inclinaison que la chaîne fait avec la verticale aux points de suspension diminue jusqu'à une certaine limite, et plus est grand le rapport de la force du fer à son poids, et de même que les animaux, les courbes de peu d'étendue peuvent porter plus que leur poids; mais passé ces limites, le poids augmentant le rapport de la force au poids diminue, et l'ouvrage peut se rompre, écrasé par sa propre pesanteur.

Il en est encore des parties d'un pont en chaînes comme de celles des animaux; plus les chaînons s'approchent de l'horizontale, ou plus ils sont éloignés des points de suspension, et plus ils ont de mouvement; ainsi dans les animaux les parties extrêmes ont un mouvement plus rapide, plus grand, parce qu'elles sont plus petites et plus éloignées des point d'attache ou de pivot.

Si l'on suppose deux ponts en chaînes de même forme, mais ayant des chaînes de différens diamètres, quoique la somme de toutes les épaisseurs soit la même, ils ne résisteront pas avec la même facilité aux secousses, et les courbes épaisses seront plus altérées que les plus

minces; par exemple un pont de chaînes d'un pied de large, soutenu par quatre chaînes, chacune d'un pouce carré, sera plus fort qu'un pont semblable porté sur une seule chaîne de deux pouces de côté ayant 4 pouces carrés, comme les premières. C'est une loi de l'expérience confirmée par la théorie.

Il est bien constaté qu'il est avantageux qu'un pont suspendu ait le passage le plus libre, les vibrations les plus faibles et la flexibilité la plus grande. On peut en conclure que le chemin doit être placé sur les chaînes qui, étant parfaitement liées entr'elles ont moins de vibration, sont capables de résister à un plus grand poids, ou peuvent être plus minces. Le passage d'ailleurs est sans obstruction; tandis qu'au pont adopté de Menai, les chaînes pendantes occupent une partie de la largeur et nuisent à la facilité des communications.

Si on voulait substituer aux chaînes des barres flexibles, on cesserait d'avoir la courbe de la chaînette dont les propriétés ont servi à établir la proportion des ponts suspendus; les nouvelles recherches à faire seraient alors relatives aux poutres qui fléchissent sous une charge, et qui produisent une courbe élastique.

On peut encore conclure de ce qui précède que le parti qu'on a pris au pont de Menai, d'établir des tours, ou supports, en avant des

culées, est défectueux; car on a ainsi augmenté la longueur de la corde, ou l'ouverture du pont de l'inclinaison des tours, il faudra donc, en raison de l'extension donnée à la longueur, augmenter la hauteur du support pour avoir le même angle d'inclinaison, ainsi que les dimensions des chaînes, pour qu'elles aient la force calculée. Ainsi le poids et la dépense de cette construction ont été nécessairement augmentés dans le même rapport. On aurait pu rapprocher les culées, réduire l'ouverture, et les dépenses, et accroître la solidité de l'ouvrage.

Nous donnons ci-après, sur la force et le poids des matériaux, et sur les effets du vent, les indications nécessaires qui serviront pour calculer les diverses dimensions des parties des ponts suspendus et en déterminer la force.

POIDS ET FORCE DES MATÉRIAUX SUIVANS,

Calculés pour une longueur d'un pied et une surface carrée d'un pouce.

NOMS DES MATÉRIAUX.	POIDS EN ONCES.		POIDS EN ONCES Qui briseraient un pouce carré de ces matières, dans le sens de leur longueur.	EXTRAITS.	CES CORPS SUPPORTÉS à leurs extrémités, avec poids au milieu en onces.	EXTRAITS.
Fer travaillé.	$\frac{7788}{144}$	54. 083	896000. »	Expériences du capitaine Brown	2910 liv. × 16 = 46560	Expériences faites à Colebrock Dale, année 1795.
Fonte de fer.	$\frac{7202}{144}$	50. 0486	260341. 76			
Corde de chanvre.	$\frac{1236}{144}$	8. 587	5264 × 16 = 84224. »	Rapport de Huddart et Comp.e, pris dans les marchés à 8 pouces de circonférence		
Frêne.	$\frac{600}{144}$	4. 166	17000 × 16 = 272000. »	Expériences de M. Barlow, Académie royale Militaire.		
Sapin.	$\frac{600}{144}$	4. 166	12000 × 16 = 192000. »		460 × 16 = 7360.	
Hêtre.	$\frac{700}{144}$	4. 861	11500 × 16 = 184000. »			MM. BANKES. Pouvoir des machines.
Chêne.	$\frac{545}{144}$	5. 868	10000 × 16 = 160000. »		660 × 16 = 10560.	

POIDS ET FORCE DE QUELQUES MATÉRIAUX.

MATÉRIAUX.	POIDS D'UN PIED CUB' anglais en onces.	POIDS EN ONCES qui briserait un cube de 1,968 pouces anglais.
Pierre de la carrière de Fourneau près Angers. . .	2571	386,000
Idem carrière de Bagneux.	2203	216,720
Mont Souris.	2045	108,570
De Saillaucourt.	2408	105,640
		Poids qui briserait un pouce cube dans la direction des fibres.
Orme.	500	1200 livres.
Sapin.	600	2000.
Chêne.	845	4000.
		Poids qui écraserait 1/4 de pouce cube.
Fonte de fer.	7207	448,000 livres a. d. p.

TABLEAU

Contenant la Vitesse et la Force des différents Vents.

VITESSE DU VENT. MILLES par heure	VITESSE DU VENT. PIEDS en une secondes.	Force perpendiculaire sur une surface d'un pied, exprimée en livres avoir de poids.	INDICATION DES VENTS.
1	1.47	0 liv. 005	Presqu'imperceptible.
2	2.93	0. 020	Un peu sensible.
3	4.40	0. 044	
4	5.87	0. 079	Zéphir, petit frais.
5	7.33	0. 123	
10	14.67	0. 492	Vent frais, brise.
15	22. «	1. 107	
20	29.34	1. 968	Vent grand frais, brise
25	36.67	3. 075	carabinée.
30	44.01	4. 429	Grand vent.
35	51.34	6. 027	
40	58.68	7. 873	Très-grand vent.
45	66.01	9. 963	
50	73.35	12. 300	Orage.
60	88.02	17. 715	Gros coup de vent, tempête.
80	117.36	31. 490	Ouragan.
100	146.70	49. 200	Ouragan qui déracine les arbres et renverse les toits.

Ces bases établies, nous appliquerons les formules connues pour déterminer la force des cables employés au pont de Menai et le poids qu'il doit supporter.

Flèche de la courbe......	37 pieds.	
Distance entre les culées..	560.	
Longueur du cable entre les points de suspension........	566.	466.
Angle de la chaîne au point de suspension..............	14.°	53.
La tension du cable au même point................	1102.	64.
Le poids du cable par pied.	649. livres.	

Il y a 16 cables dont chacun a pour section 12 pouces carrés ou pour les 16 — 192 pouces carrés ; ainsi on a 144 : 7788 (pesanteur spécifique) :: 192 : 649 livres.

La moitié du poids à supporter est de 587 tonneaux 172.

SAVOIR :

Poids du cable 566 pieds 466 × 649 = 164 ton.

Force des ouragans évaluée à 49 livres 2.° par pied carré de la route dont la longueur est de 560 pieds, la largeur de

	Report.	164 ton.	
30 pieds et la superficie de 16800 × 49 livres 2.° =		369.	
		533.	
Troupeaux et autres charges passant sur le pont..........		300.	
Poids des matériaux composant le plancher et la route suspendue.................		342.	
	Poids total	1175.	

Nous ferons voir que la force des cables réunies n'est que.......... 758. 50.

Le capitaine Brown a trouvé que la réduite sur un grand nombre d'expériences, donnait 25 tonnes pour la limite de la force d'une barre de fer d'un pouce carré, tirée dans le sens de sa longueur. Comme on ne peut prendre dans la pratique que le quart de la puissance qui brise, on ne doit donc évaluer la force d'une barre d'un pouce carré qu'à 6 tonneaux 1/4.

Mais les 16 cables, dont les sections réunies donnent 192 pouces carrés, sont composées chacune des branches d'un demi-pouce carré de section, qui doivent êtres unies ensemble par des anneaux placés de cinq en cinq pieds et enveloppés avec de la flanelle saturée d'une composition de résine et de cire jaune, le tout ficelé avec du fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre.

D'après les expériences faites pour s'assurer du rapport entre la force d'un cable, composé d'un nombre de brins comme ci-dessus, d'un 1/2 pouce carré et celle de ces brins pris isolément, on a trouvé qu'il était comme 640 à 1040. Ainsi la force de chaque pouce carré ayant été portée à 6 tonnes 1/4 doit être réduite à 3 tonneaux 846; les 192 pieds carrés multipliés par 3,846, donnent 738 tonneaux 50.[c] ainsi que nous l'avons dit.

Le poids du pont aux points de suspension étant de 587 tonneaux 50, la tension à ces mêmes points sera égale non seulement à ce poids, mais au produit de ce nombre par un rapport déterminé par l'angle de suspension de 14.° 53'.

Ce rapport étant dans ce cas 3. 8933, le produit par 587 tonneaux 5 est de....................	2287 ton.	32
La force des cables est seulement de.............	738.	50
Différence en moins.	1548.	82

Pour déterminer le nombre de cables nécessaires, nous ferons la proportion suivante: 738.te 50 : 16 :: 2287. 32 : x. X = 49.558. On voit donc qu'il faudrait aux points de suspension 50 cables (1) au lieu des 16 qu'on propose dans le projet.

(1) Il est évident que par les calculs précédens on ne peut arriver à trouver un nombre de cables trop grand,

Si les calculs précédents, les données et formules qui ont servi de base sont exacts, il est hors de doute qu'un pont construit comme celui de Menai, ne pourrait pas subsister.

Je ferai des calculs analogues pour le projet de pont de Menai que j'ai rédigé.

Nous supposons. 1.° La pente aux points de suspension dans le rapport, de 1 à 8, ou l'angle de. .... 7.° 10'

2.° La largeur du tablier du pont de................... 50 pieds.

3.° Ouverture du pont ou distance des culées.......... 500.

Le poids total du pont de. . 879. 90

Et celui de la moitié de. . . . 439. 95

La tension à chaque point étant le produit de la moitié des poids, ou de 439.ton 95, multipliés par le rapport déterminé par l'angle de suspension, ou par 8,0156, sera de 3526.ton 50.

Maintenant si au lieu de cables on employe des barres, ainsi que je l'ai proposé dans mon projet, leur force sera réellement par pouce carré de 6.ton 174 et pour 192 pieds carrés 1200 tonneaux.

Pour déterminer le nombre des barres, nous ferons la proportion suivante :

1200 : 16 :: 3526, 50 : X.

D'où X = 47.

---

en effet le poids des cables qui n'a été porté qu'à 164 tonneaux pour 16, sera réellement de 508, puisqu'il en faudra cinquante au lieu de 16.

Ainsi il ne faudra que 47 barres dans mon projet au lieu de 50 cables dans l'autre, ayant toutes la même section, et les points de suspension de mon pont seront baissés de 20 pieds.

La pente aux extrémités des deux culées est, il est vrai, de 1 à 8; mais la réduite sera à peine dans le rapport de 1 : 16. A la nouvelle route de Shrwsbury à Holyhead améliorée sous la direction des commissaires du parlement et dont on a dit dans un rapport fait au parlement, que l'Ingénieur qui l'a tracée a montré un talent très-supérieur, la pente pour une longueur de 600 pieds est dans le rapport de 1 à 17.

La différence de la dépense des deux ponts suspendus, de Menai, proposés, l'un par M. Telford, et évalué 70,000 livres sterling, et l'autre, par moi, estimé seulement 34,600 livres sterling, doit être attribué aux circonstances suivantes :

1.° Il ne faut pas pour le second projet des barres pendantes et horizontales pour porter le tablier du pont, ce tablier reposant directement sur les courbes.

2.° Je propose de continuer les barres et de leur donner la même tension au-delà des culées, afin de résister à la pression horizontale; on est donc dispensé d'élever à grands frais des arches et des tours pour porter les cables.

3.° Mon pont, quoique donnant une même

largeur de passage, est plus étroit que l'autre, et les culées sont moins élevées : en effet, en supposant même que 16 cables puissent suffire, dans le projet de M. Telford, (au lieu de 50 comme je l'ai trouvé), chaque cable ayant une largeur de 4 pouces, les 16 occuperont et prendront sur la route 5 pieds 4 pouces de largeur.

D'un autre côté, plus les angles sont réduits aux points de suspension, le centre restant fixe et même, et moins les culées sont élevées. Je peux donc donner aux culées de mon projet beaucoup moins d'élévation.

Après avoir ainsi sommairement comparé les deux projets, l'auteur détermine le nombre et la force des courbes qu'il faudrait successivement employer pour établir un pont suspendu en chaînes, en cordes, ou en poutres de bois de sapin ou de chêne.

Il cherche les rapports des différentes parties et le nombre des courbes, et donne une des tables qui sert à calculer les dimensions des pièces, lorsque l'ouverture du pont, sa hauteur et sa largeur sont fixées; nous rapporterons quelques uns des résultats de ses calculs, et les remarques qu'il ajoute.

Il prend pour exemple le projet de pont suspendu de Menai, et cherche quels doivent être le nombre et la force des chaînes, en les supposant faites de diverses matières.

Il adopte les données suivantes :

Ouverture du pont . . . . 500 pieds.

Hauteur du plancher au-dessus du niveau des eaux de pleine mer.. 100 pieds.

Largeur du plancher du pont, hors-œuvre....... 30

L'angle de suspension, ou le plus grand angle de la courbure........ 7.° 10

Le pont suspendu doit être posé sur des piles en maçonnerie, par des courbes faites de fer, de corde de chanvre, de bois de (1) chêne, de sapin et de frêne.

Le poids de ces matériaux et leur force dans la direction de leur longueur, sont évalués d'après la table suivante :

LONGUEUR, un pied. Surface carrée, un pouce.	POIDS EN ONCES.	Le quart en onces, du poids qui romprait les corps.
Fer travaillé....	$\frac{7788}{144}$ = 54.085	$\frac{56000 \times 16}{4}$ = 224000
Corde de chanvre.	$\frac{1236}{144}$ = 8.587	$\frac{5264 \times 16}{4}$ = 21056
Chêne..........	$\frac{845}{144}$ = 5.868	$\frac{10000 \times 16}{4}$ = 40000
Sapin..........	$\frac{600}{144}$ = 4.166	$\frac{12000 \times 16}{4}$ = 48000
Frêne..........	$\frac{600}{144}$ = 4.166	$\frac{17000 \times 16}{4}$ = 68000

(1) Nous n'indiquerons pas comment les pièces de bois doivent être assemblées, et avec quel métal ; il suffit de savoir qu'on a exécuté des ponts suspendus, au moyen des pièces de bois unies entr'elles.

POIDS DU PONT.

Le chemin du pont porté sur les chaînes, ayant quatre pouces d'épaisseur, fait de divers matériaux, pesant moyennement par pied cube, 600 onces, et par pied carré....... 200 onces.

Effort du vent, dans les ouvrages par pied carré, 49. 2 × 16 onces =.	787.
Poids de charges sur la route, comme chevaux, bœufs, par pied superficiel......................	640.
Total du poids par pied superficiel.	1627 onces.

On trouve que si la courbe de suspension est en barres de fer, celle destinée à porter le pont, sur un pied de large, doit avoir dans les circonstances indiquées plus haut, 28 pouces carrés 342 millièmes de pouces de section à chacun des points de sa longueur. Par conséquent la courbe qui porterait un pouce superficiel aurait le douzième, ou 2 p. c. 362 de section, et si on lui donnait un pouce de large, elle aurait 2 p. 362 d'épaisseur.

Ainsi tout le pont serait soutenu par une suite de courbes parallèles jointives, ayant un pouce de largeur et 2 p. 362 d'épaisseur; ou par une surface courbe de 30 pids de largeur et de 2 pouces 362 d'épaisseur.

En substituant dans les calculs les données relatives au poids et à la force des cordes, on trouve que la section de la courbe est, par pied de largeur, de 859 pouces c. 93, ou en divisant par 12 pouces, l'épaisseur est de 71 pouces 66, ainsi les cordes devraient se toucher sous le pont, et avoir partout 6 pieds d'épaisseur.

Dans le cas d'une courbe en bois de chêne, la section est par pied de 115 po. c. 88 qui, divisés par 12, donnent 9 po. 65. Les courbes en chêne auront donc pour une largeur sur le pont d'un pied, 115 po. c. 88 de section, ou un pied de large et 9 pouces 3/4 d'épaisseur. Elles seront jointives et au nombre de 30, chacune de 9 po. 3/4.

En sapin, les courbes au nombre de 30 auraient 6 po. 08 d'épaisseur sur un pied de largeur.

En frêne, elles auraient 4 po. 50 d'épaisseur.

On pourrait objecter, quant au poids total à porter, qu'il n'est pas probable que le pont sera traversé par des bœufs ou des chevaux au moment même d'un ouragan; que l'action du vent, par celà même, devrait être retranchée, ou, cequi revient au même, qu'on devrait prendre plus que le quart de la force suffisante pour briser les courbes. Mais il est à remarquer qu'il est nécessaire d'ajouter une force excédente pour tenir compte de l'usé, de la détérioration des matériaux et de la diminution successive de leur résistance, et d'avoir égard à ce que les courbes formées de parties différentes

liées entr'elles ne présentent pas en masse la force des résistances partielles, ne pouvant être ni de matières homogènes, ni semblablement travaillées et placées.

Puisque dans les cas ordinaires on n'admet dans la pratique que le quart de la force des matériaux, à plus forte raison, ne doit-on pas aller au-delà dans un emploi extraordinaire à des ouvrages aussi hardis qu'importans.

L'auteur a recueilli dans son ouvrage tous les documens publiés par les savans sur les courbes de la chaînette et par les habiles constructeurs, sur la force et les dimensions des matériaux et les proportions à donner aux voûtes, aux murs de soutènement; il a discuté toutes les questions importantes relatives aux ponts suspendus et a dressé des tables qui servent à faciliter et abréger les calculs à faire, lorsqu'on doit rédiger des projets analogues.

EXTRAIT

D'UN OUVRAGE ANGLAIS, INTITULÉ :

Observations sur un système général de routes en fer, et sur les avantages et la supériorité de ce moyen de communication.

INTRODUCTION.



L'AUTEUR, en présentant un projet qui doit contribuer au bien être de toutes les classes de la société, ne se dissimule pas qu'il va soulever contre lui les préventions de l'ignorance et les intérêts particuliers toujours empressés de combattre les pensées nouvelles et utiles.

Si la critique est nécessaire dans quelques cas, il n'en est pas moins vrai qu'elle se plait à attaquer toutes les mesures d'utilité publique ; elle s'armera donc contre le projet proposé qui doit froisser des intérêts particuliers ; et elle pourra retarder longtems une amélioration générale qui aurait pour résultat de donner de l'emploi aux capitaux et aux ouvriers, et d'accroître toutes les branches de la richesse nationale.

Des routes en fer ouvertes de Londres à Edimbourg, Liverpool, Plymouth, Bristol et autres villes principales, permettraient de

remplacer le grand nombre de chevaux employés au service des diligences, fourgons, etc. par quelques chariots à vapeur marchant plus vîte, conduisant chacun plusieurs voitures et coûtant moins de frais de construction et d'entretien. L'économie et la rapidité des transports feraient prospérer les diverses branches des manufactures, de l'agriculture, et surtout nos pêcheries dont les produits seraient distribués en quelques jours sur tous les points du royaume. On épargnerait une grande partie des sommes excessives employées aux réparations des routes à péage; on économiserait annuellement plusieurs millions sterlings pour la communauté, et l'on procurerait aux capitalistes un emploi nouveau de leurs fonds, et des intérêts très-élevés.

Je demande que le premier essai soit fait entre Manchester et Liverpool, villes très-commerçantes, et assez rapprochées.

CHAPITRE PREMIER.

N'est-il pas extraordinaire que dans un pays où l'on voit un si grand nombre de ponts, de docks, de ports et de canaux magnifiques qui donnent une si haute idée des talens des ingénieurs anglais, on n'apperçoive pas la moindre trace d'intelligence et de talent dans le tracé de nos grandes routes, à l'exception de quelques redressemens faits depuis peu d'années.

(Revue d'Edimbourg.)

Les paroisses font chaque année des sacrifices incroyables pour secourir l'infortune; cependant le nombre des pauvres augmente, ainsi que l'attestent les comptes rendus et les rapports faits au parlement. N'est-il pas à craindre que les efforts des propriétaires aient plutôt pour résultat de soulager momentanément les malheureux que de détruire la cause de leur misère; et que les classes indigentes, à la fin dégradées par un état continuel de détresse, ne troublent bientôt la société? Tout Anglais porte dans son cœur une élévation de caractère qui le distingue: fier de sa position, il s'estime heureux dans toutes les conditions, lorsqu'il peut, par son travail et sa propre industrie, satisfaire les besoins de sa famille. Mais s'il est condamné par des malheurs ou le manque de travail à recourir aux sources

de la paroisse, il est dégradé à ses propres yeux, et perd cette fierté si louable, la source de toutes les vertus.

Ces questions d'une si grande importance occupent depuis longtems nos hommes d'état les plus habiles et ont donné lieu à d'excellens ouvrages. Il paraît maintenant constaté que, pour détruire la cause des maux actuels et de ceux plus terribles qu'on entrevoit, il faut créer un grand ouvrage national qui fournisse de l'emploi aux classes ouvrières, réduise le nombre des pauvres, et procure aux paroisses les moyens de soutenir ceux encore à sa charge; mais on sait que le succès d'une vaste entreprise n'est assuré que lorsque le public est invité à s'y intéresser par les avantages promis, et que la prospérité publique ne s'établit que par les efforts des individus.

Il faut donc que les propriétaires et capitalistes apperçoivent la chance de retirer des revenus convenables des fonds avancés.

Pénétré de ces vérités et persuadé que mon projet doit faire cesser les maux actuels et procurer les avantages désirés, j'ai cru devoir le faire connaître. La nouveauté et la hardiesse de l'entreprise appeleront sans doute l'attention du public qui, au premier apperçu, la jugera impraticable; mais si l'on ne doit vaincre que les difficultés opposées par la nature, comme le nivellement de routes, la construction

d'arches et de ponts dans les vallées et sur les rivières, le succès me paraît infaillible et je suis à comprendre comment l'exécution en a été différée pendant tant d'années.

Les dépenses premières seront sans doute considérables ; mais les routes en fer une fois établies, leur entretien sera sans comparaison plus faible que celui des routes à barrières, en raison de la solidité, de la dureté et de la durée des bandes en fer solidement encastrées dans le sol ; les propriétaires d'actions des premiers travaux toucheront des dividendes élevés, et le public se hâtera de prendre part aux chemins de ce genre qu'on multipliera de plus en plus.

Lorsque je me rends compte du nombre si considérable de canaux ouverts dans le royaume et des sommes souscrites volontairement pour les exécuter, je suis persuadé que mon projet sera jugé praticable et que toutes les classes de la société voudront y concourir ; car une route en fer est préférable à un canal, en raison de la plus grande rapidité et de l'économie dans les transports des matières lourdes.

On objectera sans doute qu'on ne pourrait charrier par des voitures toutes les marchandises expédiées sur les canaux ; je répondrai que les chariots destinés à cheminer sur les routes en fer peuvent avoir une solidité et des

dimensions telles qu'ils portent la même charge que les bateaux : les routes en fer, d'ailleurs, ne sont pas sujettes aux mêmes inconvéniens que les canaux et les rivières où la navigation est interceptée assez longtems chaque année par les gelées ou par suite des sécheresses. Si l'on établissait un chemin en fer, sur la digue de halage du canal le plus florissant, on apprécierait bientôt la supériorité du premier moyen de communication sur le second ; on reconnaîtrait que les transports sur les chemins en fer seraient plus prompts et plus économiques et que ce perfectionnement, en faisant fleurir toutes les branches de notre agriculture, maintenant si languissantes, procurerait des avantages incalculables.

Dans ce moment où il s'élève des plaintes de toute part sur les dépenses considérables que nécessite l'entretien de nos routes, où l'on publie tant d'ouvrages sur ce sujet, on aurait beaucoup de facilité à introduire un nouveau système de transport, tout à-la-fois plus rapide que celui par les canaux et moins coûteux que ceux des routes actuelles.

Les propriétaires d'actions sur les canaux auraient leurs droits garantis par un acte du parlement qui leur accorderait l'autorisation exclusive de construire des chemins en fer sur l'une des digues ou de lever un tonnage sur les marchandises transportées par les routes en

fer établies sur leur terrain. Cette législation ferait augmenter la valeur des actions des canaux les plus productifs et en donnerait à celles qui ne procurent maintenant presque aucun revenu.

Les routes en fer seraient surtout avantageuses si l'on dirigeait des embranchemens semblables vers toutes les carrières, mines de charbon, fours à chaux etc. à proximité des grandes lignes établies.

La diminution rapide du prix des matériaux nécessaires à la construction des routes en fer permettrait aux compagnies des canaux de passer des marchés très-avantageux à leurs actionnaires, et d'entreprendre ces ouvrages qui feraient fleurir le commerce dans nos districts manufacturiers, occuperaient les classes ouvrières et diminueraient le nombre des pauvres à la charge des paroisses. Ces routes en fer, longeant les canaux, permettraient de faire le halage des bateaux par des machines à vapeur, moyen beaucoup plus expéditif et moins coûteux que l'emploi des chevaux et des hommes.

Les canaux sont sans contredit les entreprises qui présentent le plus de difficultés, demandent plus de capitaux, et ne rendent que les plus faibles intérêts en raison de leur imperfection. Si l'on pouvait les améliorer et appliquer aux bateaux les machines à vapeur comme sur les

larges fleuves qui coupent l'Amérique en tous sens et donnent à ces contrées les plus belles lignes navigables, nos canaux, sans contredit, procureraient au pays et aux propriétaires des avantages incalculables : mais il est impossible d'espérer jamais de semblables améliorations ; nos canaux sont si étroits, si peu profonds, que le mouvement des eaux, déterminé par les roues des machines, en détruirait en quelques jours les bords.

Si quelques contrées ont été favorisées par un ciel plus beau, un climat meilleur, un sol plus fertile, que ceux de l'Angleterre ; il n'existe sans contredit aucun pays du monde où les habitans aient plus d'activité, d'énergie et de capitaux. Nous pouvons vaincre tous les obstacles qui s'opposent à notre prospérité, et exécuter, d'après des idées de notre invention, un système de communications intérieures qu'aucune autre nation ne saurait tenter ou obtenir.

Plus je refléchis aux avantages des routes en fer et plus je suis étonné que ce moyen de transport connu et mis en usage en Angleterre depuis 1680, n'ait pas été généralement adopté et préféré aux canaux : je suis convaincu que si l'on eut employé à construire des routes en fer, les sommes consacrées aux travaux de navigation, le public serait depuis longtems remboursé de ses avances, tandis que les entreprises

de canaux ont ruiné un grand nombre de familles. Si les propriétaires de canaux pouvaient connaître les bénéfices qu'ils obtiendraient en transformant leurs canaux en routes de fer, avant dix ou vingt ans, il n'existerait pas un seul canal dans le royaume. Le commerce augmentant à mesure que les communications deviennent plus faciles, les péages sur les routes en fer seraient incomparablement plus forts et donneraient ainsi plus de revenus et de profits.

On sait que ni les dépenses, ni les difficultés n'ont pu arrêter l'exécution de nos canaux, tant nos concitoyens ont de volonté et de persévérance; il est donc à présumer qu'on pourrait à plus forte raison exécuter des ouvrages plus faciles, moins dispendieux et plus lucratifs; et que le même esprit d'entreprise assurera le succès de mon projet. On pourrait même établir les routes en fer dans l'emplacement même des canaux, et faire passer rapidement au moyen de machines à vapeur les voitures sur des pentes destinées à racheter la chûte des écluses; cependant il est préférable d'éviter les pentes et de tracer ces routes horizontalement, afin de rendre plus facile le transport en tous sens des matières les plus lourdes.

Tout ce qu'on a pu dire en faveur des canaux et des routes montre les avantages de mon système qui leur est préférable; cependant il

faut déclarer hautement que le royaume a les plus grandes obligations à ceux qui ont ouvert des routes et des canaux et fait prospérer les diverses branches de notre commerce et de notre agriculture, et il est pénible de penser que ces personnes entreprenantes et courageuses n'aient pas été mieux récompensées de leurs efforts et de leurs sacrifices.

Nous avons été témoins depuis quelques années du perfectionnement rapide des machines à vapeur et de leur application à tous les usages. Pourquoi à l'aide de cette machine n'établirions-nous pas des communications rapides par terre entre la capitale et les villes principales, comme entre Londres et Douvres et les autres ports de l'Angleterre et du Continent?

Pour éviter les retards et les embarras sur les grands chemins en fer, on devra faire sur chacun trois rouages pour les voitures qui vont dans un sens et trois autres rouages pour celles allant dans le sens contraire ; six voitures pourraient ainsi se croiser en même tems. Au moyen de rouages mobiles placés de distance en distance, les voitures passeront à volonté d'un rouage à un autre. Ce nombre de rouages et les précautions indiquées pour passer de l'un à l'autre sont nécessaires, car on ne peut pas supposer que les chariots, pesamment chargés, puissent cheminer aussi vîte que les voitures légères ; il

faut donc qu'une voitnre ait la faculté de changer de rouages et de dépasser les chariots à marche lente.

Tons les ronages auront la même largeur, ils serviront à tonte espèce de voitures qui devront avoir la même voie ou la même distance entre leurs roues de dehors en dehors. Ainsi les voitures légères qui ont la marche la plus rapide ne seront jamais arrêtées; elles changeront de ronages, lorsqu'elles rencontreront des voitnres plus lentes, les dépasseront et continneront sur le même rouage, ou reprendront le premier sans peine et sans retard.

J'aurais voulu donner l'estimation des dépenses de toute l'entreprise, mais on conçoit qu'elles doivent être très-variables, selon les localités; sur un point le sol se prêtera au tracé; on ne rencontrera ni ravin, ni rivière, on n'aura à payer que le terrain, quelques déblais et les ronages en fer: sur d'antres, il faudra traverser des vallons et des fleuves par des arcades et de grands ponts; ouvrir le flanc des montagnes escarpées et dépenser dix fois plus en travaux d'art et préparatoires qu'en pièces de fer de fonte pour les rouages. On a construit en Angleterre un grand nombre de routes en fer dont les dépenses consignées avec soin se sont élevées de 800 l. à 1200 livres sterlings par mille. Nous prendrons le terme moyen et fixerons à 1000 livres sterlings les dépenses

réduites par mille. Six voies ou 12 rouages à ce prix font 6000 livres sterlings par mille courant. Les grands chemins en fer que je propose ayant ensemble, et avec les embranchemens nécessaires, une longueur de 2000 milles, coûteront à raison de 6000 livres sterlings par mille, la somme totale de 12,000,000 livres sterlings; cette dépense fût-elle le double ou le triple, il y aurait encore avantage à la faire, puisque la somme des intérêts de ce capital et des frais de construction des machines à vapeur et des nouvelles voitures destinées à ce nouveau roulage serait bien moindre que les dépenses annuelles en réparation de nos chemins, en achat et entretien de chevaux qu'il faut renouveller en quatre années, ainsi qu'il est constaté par les dépositions faites au parlement.

Dans les évaluations, il est nécessaire de prendre en considération que les transports sur les chariots et diligences à vapeur pouvant se faire beaucoup plus vîte, les recettes seront plus grandes et cependant les frais de voyages beaucoup moindres.

On conçoit qu'il est impossible aux propriétaires de malle-postes, diligences, de diminuer le prix des places, puisqu'ils sont obligés de payer chaque année des sommes énormes pour les droits de barrières, les réparations des voitures et le renouvellement des chevaux; tous les frais se trouvent réduits par le nouveau

système, les économies ou bénéfices tourneront au profit des concessionnaires des routes, des propriétaires de roulage et surtout du public.

Depuis que le mécanisme des machines à vapeur est si perfectionné, on ne peut plus comparer leur puissance à la force des chevaux quant à la dépense; les avantages de cette machine dans ses applications aux voitures sont constatés par des expériences anciennes et récentes et répétées dans beaucoup de localités.

La construction du grand nombre de voitures à vapeur que je propose, exciterait l'industrie de nos artistes et donnerait lieu à de nouvelles découvertes. Il en serait de ces voitures comme des bateaux à vapeur, entreprise jugée encore fabuleuse, il n'y a que quelques années; et cependant, chaque jour, les journaux annoncent des perfectionnemens nouveaux et des résultats extraordinaires; on peut donc annoncer un succès analogue et assurer qu'il y aurait avantage à renoncer aux chevaux pour les transports des chariots et diligences; mais en admettant qu'on en fît encore usage, le nombre en pourrait être réduit au tiers, puisque chaque cheval conduirait sur une route en fer une charge trois fois plus forte que sur nos meilleures routes actuelles.

Ainsi le nouveau système de roulage donnerait une économie au moins des deux tiers des chevaux d'attelage, et des deux tiers des

pâturages destinés à leur nourriture; ces terreins étant cultivés en céréales, notre pays ne serait plus exposé à la disette et au danger de tirer le blé de l'étranger.

Lorsqu'on aura mieux connu l'application de la machine à vapeur aux voitures, on reconnaîtra que ce mode de transport est préférable à celui par eau. Un bateau à vapeur doit lutter contre les courants, la marée, les vents et l'action de la tempête; une voiture à vapeur, au contraire, chemine toujours rapidement et sûrement. Qu'un accident arrive à la machine d'un bateau, les passagers n'ont aucun espoir de salut; la voiture à vapeur marche en avant du chariot ou de la diligence qu'elle mène, et en est séparée par une chaîne ou une barre qui les unit; le mécanisme peut être combiné de telle manière que l'explosion de la chaudière ne puisse atteindre les voyageurs ou les marchandises.

On ne sait s'expliquer comment l'application de cette invention qui, sous tous les points de vue, promet d'incalculables bénéfices, rencontre tant de contradictions et d'obstacles, tandis que les projets les plus extravagans trouvent un si grand nombre de partisans. Le temps, juge souverain de toutes choses, qui anéantit les entreprises folles, et sanctionne les projets réellement utiles, fera sans doute prospérer celui-ci et jouir le public des ri-

chesses incalculables qu'il procurera. Maintenant, tout semble se réunir pour maintenir le mode actuel de transport, dont l'abandon cependant ne serait préjudiciable qu'à nos commissaires de routes ou de roulage. Mais dans quelques années, la machine à vapeur, cette découverte admirable qui mérite la reconnaissance publique aux inventeurs, sera plus perfectionnée et appliquée aux transports par terre et à tous nos besoins.

Les perfectionnemens si rapides des chemins en fer et de la machine à vapeur suffiraient seuls pour faire pressentir les avantages de mon projet. Au moyen des progrès obtenus depuis cinquante ans dans les moyens de transport, par les diligences, malle-postes, fourgons, les voitures parcourent la même distance en moitié moins de temps; pourquoi n'arriverait-on pas à voyager beaucoup plus rapidement encore par l'influence des améliorations dues aux découvertes récentes en mécanique?

J'ai appris depuis la publication de la dernière édition de cet ouvrage, qu'on a obtenu un brevet d'invention pour la construction de chemins en fer forgé; ce perfectionnement permettra d'augmenter la charge des voitures dans le rapport de la force du fer à celle de la fonte, et augmentera encore les avantages du nouveau système de transport.

Je propose de faire le premier essai d'une

grande route en fer entre Liverpool et Manchester, villes rapprochées, qui font entr'elles un grand commerce. On unirait ensuite les ports de Liverpool, Bristol et Hull par des routes semblables qui serviraient aux transports rapides et sûrs, et aux échanges de toutes les marchandises du Nord de l'Europe avec celles des Indes Orientales et Occidentales. Ces produits arrivant de tous les ports du monde plus rapidement dans nos fabriques, s'échangeant en quelques jours, donneraient à nos ports, à nos manufactures, à tout notre commerce une activité inconnue jusqu'ici. On éviterait surtout les risques de mer et les interruptions fréquentes sur les canaux, soit par les gelées, soit par les sécheresses, et surtout les dangers de la navigation autour de l'Écosse, en hiver et pendant la guerre.

Le public a le plus grand intérêt à encourager la pêche qui forme des hommes pour notre marine, et procure une nourriture saine et recherchée par toutes les classes. Maintenant ce commerce est limité et peu encouragé, parceque nous n'avons pas la facilité de transporter rapidement le poisson frais dans les villes intérieures; ainsi une partie de la population est privée de cette ressource. Nos voitures actuelles ne portent qu'une faible quantité de poisson, marchent lentement, d'ou il résulte qu'il est très cher et moins bon: une voiture à vapeur transporterait, chaque jour, d'un port

à une ville de l'intérieur placée à cent milles, tout le poisson nécessaire à sa consommation et à celle des villages environnants. Il en résulterait donc des bénéfices incalculables qui se partageroient entre les habitans des ports, les marins et les consommateurs de l'intérieur. Les mêmes remarques s'appliquent au commerce des fruits, des œufs, des légumes, du gibier et de tous les objets de consommation qui demandent tout à la fois rapidité et bas prix dans les moyens de transport. Les classes inférieures ne seraient plus privées de l'usage de beaucoup de ces objets qui ne sont maintenant achetés que par des familles riches, en raison du haut prix déterminé par la cherté ou la difficulté des transports.

Il est tems de prendre en considération que le prix élevé, en Angleterre, de tous les objets de première nécessité comparé à ceux des mêmes marchandises sur le continent, empêche nos fabriques de soutenir la concurrence avec celles de nos voisins. C'est à cette cause qu'il faut attribuer le départ des milliers de familles que les taxes excessives et la cherté des produits agricoles font émigrer sur le continent. Un revenu de quelques centaines de livres sterlings ne leur permet point d'élever convenablement leurs familles, et leur procure au dehors les nécessités et les agrémens qui leur sont refusés en Angleterre; ils mettent dans la gêne, par

leur départ, les classes nombreuses d'ouvriers qu'ils fesaient vivre. Les mêmes inconvéniens empêchent une foule d'étrangers de voyager en Angleterre et de procurer à notre pays des bénéfices analogues.

Nos taxes énormes ont une influence qui se fait partout sentir ; les constructions dans les campagnes sont petites et grossières : non seulement on y impose les fenêtres, mais les verres qu'on y emploie ; ce qui fait réduire et le nombre et la grandeur des croisées et imprime à toutes les constructions un aspect de mesquinerie et de détresse.

Un tel système d'impôts qui pèse si cruellement sur le commerce et sur l'agriculture, occasionne le départ d'un grand nombre d'artistes, qui trouvent sur le continent plus de ressources ou plus de jouissances avec des sommes moindres. Les impôts dont le peuple anglais est surchargé pourrait être diminués par un système plus égal et plus juste. Mais une longue expérience fait craindre que les vœux du public ne soient de longtems écoutés et accomplis.

On a proposé d'augmenter le nombre des fermes en diminuant leur étendue, et de procurer ainsi plus de travail aux laboureurs, et plus de subsistances variées aux peuples des villes. Ces petits fermiers occupés du soin d'élever de la volaille, des pigeons, des vaches etc.

en fourniraient abondamment les marchés. Mais ce système général d'amélioration exige l'établissement de nos chemins de fer qui permettent de transporter rapidement et à bas prix les produits des campagnes dans les villes. Nos nouvelles voitures rameneraient des engrais à 60 milles de la capitale, à plus bas prix que celui payé pour les transports à dix milles sur nos routes actuelles.

L'établissement des chemins en fer serait surtout facile dans le comté d'Essex, où le terrein est peu élévé et peu tourmenté, et on en obtiendrait de plus grands bénéfices que dans les autres comtés. Les propriétaires des terrains à 60 milles de la capitale se trouveraient aussi favorisés que ceux des environs, et retireraient de leurs domaines des revenus doubles ou triples. Les subsistances diverses seraient plus abondantes à Londres; le peuple anglais les achèterait à aussi bas prix que dans les capitales des Etats d'Europe les plus fertiles.

Les Compagnies d'assurances pour l'incendie, ayant des moyens de communication plus prompts, étendraient au loin leurs entreprises et feraient jouir les villages situés à une grande distance de la capitale des mêmes avantages; ainsi les ravages du feu seraient plus rares, et le prix des Assurances beaucoup plus bas. Les fermiers feraient des embranchemens de

leurs habitations aux chemins principaux, et économiseraient les trois quarts des chevaux employés au transport des produits dans les marchés.

De toutes les machines adaptées avec avantage aux travaux de l'agriculture, il n'en est pas qui promettent les mêmes résultats. L'exécution des grandes routes en fer, entreprise au compte des Compagnies, s'élèverait à des sommes considérables, multiplierait ce fonds de richesses qui attachant les habitans au sol, les lie entr'eux et à l'état par leurs plus chers intérêts, et contribuerait ainsi à la stabilité comme à la richesse publique.

Jamais circonstances ne furent plus favorables à l'exécution de mon plan; la Chambre des Communes a porté son attention et dirigé celle du public sur les améliorations à faire aux routes et aux moyens de transport. Une paix profonde nous invite à nous livrer à des travaux analogues, et à chercher un emploi à des capitaux surabondans et presque incalculables; enfin les matériaux nécessaires sont abondants et maintenant au plus bas prix. Comment les gens riches pourraient-ils repousser un système qui doit accroître la prospérité publique et leurs revenus ?

Dans les cantons très-peuplés où le charbon, le bois et les matériaux de construction sont rares et chers, l'usage de ces nouvelles routes en

facilitera l'importation, et fera baisser le prix jusqu'au taux de ceux payés près des carrières et des mines. On peut dire que cette entreprise nationale procurera à tous, abondamment et à bas prix, les objets de première nécessité.

Des chemins établis entre les docks et les magasins intérieurs de Londres, feraient de même diminuer les prix des transports et donneraient de grands bénéfices aux compagnies des docks, aux marchands et au public.

On a reconnu dans les quartiers fréquentés de Londres où passe un nombre prodigieux de voitures chargées, que les pavés ont une grande supériorité sur les routes en cailloutis, la surface de la chaussée est plus unie, plus ferme, plus roulante; deux chevaux conduisent sur un pavé un plus grand poids que trois sur un chemin de même pente en cailloutis. La différence entre cette chaussée-ci et une route en fer est beaucoup plus grande encore, et l'on peut fixer de 4 à 1 le rapport de la supériorité de cette dernière route sur les autres; à la vérité la dépense première de mon projet est très-grande, mais lorsque les avantages en seront appréciés par des expériences, on se hâtera de le mettre à exécution.

Les malle-postes à vapeur destinées à porter les lettres dans l'intérieur, chemineraient avec plus de vîtesse, rendraient la correspondance plus prompte, favoriseraient tous les genres de commerce et donneraient plus de revenus à

l'état, même en réduisant les taxes des lettres. Cette promptitude dans la marche et cette diminution de l'impôt seraient considérées comme un bienfait national ; car les droits élevés mis sur les lettres privent les familles et les amis d'une des plus douces jouissances de la vie, et nuisent à une des branches les plus importantes de nos manufactures.

Les malle-postes à vapeur ne porteraient que des paquets et la correspondance ; et il serait défendu de prendre, sous aucun prétexte, des voyageurs, afin d'éviter les retards et les dangers.

On concevra l'économie produite par un semblable emploi de la machine, en se rendant compte des frais de la malle de Londres à Edimbourg, qui exige 25 relais et 100 chevaux, non compris ceux en réserve; tandis qu'une voiture à vapeur parcourrait la même distance en moins de tems et prendrait les paquets de toutes les villes placées sur la même route. Quelque forts et rapides que soient les chevaux de nos malle-postes, il est impossible de mettre en parallèle cette voiture avec une malle-poste à vapeur, allant sur un chemin de fer; le service des postes par le dernier moyen serait bien supérieur et par la promptitude et le bas prix des transports.

L'usage de ces voitures et de ces routes permettrait d'employer à d'autres branches d'utilité publique plusieurs millions dépensés en achat des chevaux de diligences et de malle-

postes et rendrait des services incalculables. L'Amirauté correspondrait plus vite avec tous les ports du royaume, avantages inappréciables, en cas de guerre; les soldats, les approvisionnemens et l'artillerie, arriveraient en moitié moins de tems aux ports d'embarcation, ou sur les points de nos côtes où l'ennemi voudrait descendre.

Les transports sur les chemins en fer sont préférables à ceux ordinaires par les trois motifs suivants :

1.° Les réparations des chemins de fer coûtent beaucoup moins que celles de nos routes actuelles.

2.° Les voitures fatiguent moins, s'usent moins rapidement, durent plus longtems.

3.° Les voitures à vapeur coûtent incomparablement moins d'achat et d'entretien que les chevaux.

J'essayerai de déterminer la dépense actuelle des chevaux employés au service des malles et des diligences. On peut évaluer à 100,000 le nombre de ceux qui font ce service, à 20 livres sterlings, la valeur réduite de chacun et à six ans leur durée moyenne ; ainsi on dépense en six ans 2 millions sterlings en achats, et chaque année une pareille somme pour la nourriture et l'entretien de ces attelages. On pourrait encore ajouter à ce nombre et à ces dépenses le capital et l'entretien des chevaux employés aux transports accélérés des marchandises.

Toutes ces dépenses et pertes sont en dernier résultat payées par le public; car les propriétaires des établissemens des malle-postes et de diligences, ne continueraient pas le service, s'ils n'étaient remboursés de leurs avances avec intérêt et profit.

Les péages sur les chemins de fer pourraient être triples de ceux sur les routes à barrières, et cependant, les personnes et les marchandises seraient transportées à plus bas prix sur les premiers. En encourageant la construction de ces routes par une longue durée des droits à percevoir, on accroîtrait considérablement la prospérité nationale; on retirerait de ces entreprises un des avantages inapréciables, et réservés à la seule Angleterre, en raison de son heureuse constitution; car nul autre état de l'Europe ne saurait entreprendre un si grand ouvrage, parce qu'on manque ailleurs de cette sécurité et de ces garanties précieuses que nous devons à notre Gouvernement, l'objet de l'envie et de l'admiration de l'univers.

Mon projet d'établir partout des routes en fer est justifié par les expériences nombreuses répétées avec succès depuis bien des années dans beaucoup de Comtés; la ville de Leeds, par exemple, est approvisionnée depuis longtems de charbon de terre, amené de plusieurs milles par des voitures à vapeur, cheminant sur des routes de fer: peut-être la génération actuelle

n'adoptera-t-elle pas mon projet, mais le tems n'est pas éloigné où l'on mettra en pratique ce système ou quelqu'autre semblable, pour remplacer le mode actuel de transport en tout point si ruineux; les améliorations rapides de toutes les branches d'industrie en donnent l'assurance.

Le tracé des chemins en fer exige beaucoup d'art; il faut chercher à obtenir des alignemens droits et de niveau, et acheter les avantages qui en résultent, par tous les travaux nécessaires. On dira que les courbes obtenues, en suivant le terrain, coûtent beaucoup moins de dépense quant à l'exécution. Mais une sage économie ne consiste pas à éviter les dépenses premières, elle conseille, au contraire, dans une entreprise aussi importante, d'atteindre la perfection et d'ôter aux générations suivantes le droit de se plaindre qu'on n'ait pas adopté des lignes droites plus courtes, plus commodes, d'un entretien moins coûteux et qui diminuent à jamais la longueur, le tems et les frais des transports.

Nous souhaitons que notre projet appelle l'attention publique et détermine le Gouvernement à charger nos plus habiles Ingénieurs de rendre compte de la somme employée annuellement aux routes, de dresser les plans et les devis de nos projets, et de faire la comparaison dans des rapports détaillés, des moyens anciens et nouveaux de communication.

En jetant un regard sur les développemens extraordinaires des diverses branches de nos manufactures et de notre agriculture, et sur l'accroissement si rapide de nos richesses et de notre puissance, nous ne pouvons disconvenir que nos moyens de transport ne correspondent pas à notre haute prospérité; on peut même dire que nos routes ne sont que peu supérieures à celles de nos voisins du continent, parce que leurs ressources sont limitées, et qu'ils manquent de cette sécurité à laquelle nous devons notre prééminence dans le commerce du monde. Pour maintenir et étendre cette supériorité, il faut améliorer l'état de nos chemins, afin de favoriser tous les genres de commerce et de culture, de faire baisser les prix des objets de consommation au-dessous de ceux de l'étranger, d'attirer les capitaux du continent, et surtout d'empêcher par ce moyen l'émigration des familles anglaises et l'exportation de leurs capitaux.

Les chemins en fer ont encore un autre avantage que nous croyons devoir indiquer; comme ils sont parfaitement unis, ils n'occasionnent aucune secousse; ainsi les voyageurs qui se rendent chaque année aux bains de mer ou de l'intérieur, et ceux qui, chaque semaine et chaque jour, vont dans les environs de Londres, éprouveraient moins de fatigue et arriveraient en moins de tems à une plus grande distance et à meilleur marché. Un plus grand nombre de

personnes pourrait donc satisfaire le goût si répandu des voyages.

Une si grande entreprise froisserait sans doute des intérêts particuliers ; mais l'intérêt national doit l'emporter ; on doit d'ailleurs être assuré que les propriétaires de diligences, de malles, etc. se hâteraient d'établir des voitures à vapeur sur les nouvelles routes, et retireroient par ces changemens mêmes, des profits plus élevés.

Les propriétaires du petit nombre de canaux qui donnent des bénéfices, auraient également des motifs de se plaindre ; mais ils se trouveront dans le cas des autres classes de capitalistes et de propriétaires qui restent soumis à l'action des révolutions de fortune occasionnées par des découvertes extraordinaires ; par exemple, les bateaux à vapeur, en changeant le système de transport par mer, dérangent une foule de combinaisons et nuisent à beaucoup d'intérêts privés.

Les voitures à vapeur doivent produire des effets analogues, et il est aussi impossible de les défendre par des considérations particulières. J'ai la conviction que plus mon projet sera examiné et plus on reconnaîtra qu'il est possible et avantageux,

Quelle que soit la supériorité de mon plan, l'adoption en sera lente ; il faut que des expériences nombreuses persuadent les voyageurs de la préférence qu'il mérite, et prouvent que

les voitures à vapeur, allant sur une route droite, unie et solide, ne donnent jamais lieu aux accidens sans nombre occasionnés sur nos diligences par le mauvais état des routes, l'ivresse d'un cocher ou les vices des chevaux. Tout est facilité, sûreté dans ma méthode, tout est danger dans l'autre.

On pourrait citer beaucoup d'autres observations à l'appui du projet, mais la crainte de fatiguer le public, en donnant trop d'étendue à cet écrit, me détermine à l'assurer que mon but sera rempli, si je parviens à fixer ses regards sur une amélioration aussi importante, bien persuadé qu'il ne tardera pas à l'adopter.

Si on chargeait les Ingénieurs anglais de mettre mon plan à exécution, on peut compter que leur grande habileté vaincrait toutes les difficultés, et que cette grande entreprise serait une des plus glorieuses du règne de Sa Majesté Georges IV, et l'une des plus mémorables de l'Angleterre.

Nous donnerons un extrait d'un tableau comparatif de la force des chevaux et de celle des machines à vapeur.

Le nombre des chevaux employés aux transports des diligences, chaises et malle-postes, fourgons, sur les grandes routes est de plus de 500,000. Nous prendrons ce nombre dans nos calculs. La valeur moyenne de chaque cheval est de 20 livres sterlings; l'entretien

moyen annuel est aussi d'environ 20 livres sterlings ; le renouvellement des chevaux peut être fixé à 4 ans.

D'après ces données, la dépense totale pendant 12 ans, y compris l'intérêt du capital, est de........................ 173,500,000

Evaluant à 50 chevaux la force de chaque machine à vapeur, 10,000 auront une force semblable de 500,000 chevaux.		
Le prix d'acquisition de chacune est d'environ 300 l. st. 10,000 à ce prix, font........	3,000,000	
Intérêt de ce capital pendant 12 ans	1,800,000	
Charbon employé à ces machines; chaque machine en usera pour 14sch. par jour; 10,000 pendant 12 ans, à ce prix, donnent.......	30,660,000	
Achat et dépense des machines pendant 12 ans	35,460,000.	35,460,000
Différence.....		138,040,000

Nous répéterons encore que les chevaux employés au transport des voitures ne durent que 4 années, même en supposant les circonstances les plus raisonnables, tandis que les machines servent trois fois cette période, sans avoir besoin d'aucune grosse réparation.

Je donnerai à l'appui de mon système général de chemins en fer, divers extraits de journaux et de lettres qui m'ont été adressées.



PREMIER EXTRAIT.

JOURNAL DE PLYMOUTH.

ROUTE EN FER DE PLYMOUTH A DARTMOOR.

Enfin le tems est arrivé où nous pouvons annoncer l'exécution d'une entreprise si impatiemment attendue. Le public sera redevable à sir Thomas Tyrwhüt et aux autres souscripteurs de cette ville, d'un ouvrage que les générations les plus éloignées verront avec reconnoissance. En employant leur tems, leurs talens, leur fortune au succès de cette grande tentative, ils ont eu moins en vue leur propre intérêt, que la postérité qui doit en jouir.

L'exécution de ce projet ne sera pas seulement honorable au comté de Devon, mais elle deviendra une source de richesses pour toutes les contrées voisines.

Que cet ouvrage soit considéré ou comme national ou local, il ne mérite pas moins la reconnaissance publique; il n'est personne qui ne voie avec une vive satisfaction la masse de travaux à faire et le grand nombre d'ouvriers qui vont être occupés immédiatement.

Aujourd'hui l'assemblée générale s'est réunie, le capital a été fixé et les actions divisées entre les souscripteurs. On a passé de grands marchés pour l'achat du fer, celui de la pierre et la préparation du terrein, et le tout à des taux bien inférieurs aux évaluations premières. Le gouvernement a voulu prendre part au succès, et le déterminer en avançant sans intérêt, pendant 5 ans, tous les fonds demandés; ainsi les souscripteurs n'auront à payer que par cinquième leur emprunt.

Deux cents ouvriers vont être employés à extraire et tailler les pierres de granit, nécessaires aux travaux.

SECOND EXTRAIT,

Tiré du cercle des Arts mécaniques, par MARTIN.

La première route en fer a été faite en 1680; c'est environ vers cette époque que l'on commença à substituer, à Londres, le charbon au bois pour le chauffage. La demande de com-

bustibles devenant chaque jour plus générale, on éprouvait beaucoup de difficultés à faire les transports des mines aux lieux d'embarcation ; pour diminuer les dépenses, on établit des routes nouvelles, faites avec des madriers de bois, sur lesquels les roues des charriots passaient ; des rebords en bois dirigaient et retenaient les roues ; le tracé des routes fut fait avec plus de régularité et avec pentes uniformes, on reconnut qu'au moyen de cette amélioration, un seul cheval conduisait avec moins de fatigue et plus de vîtesse, la charge traînée auparavant par trois chevaux.

En 1738, les premiers essais furent encore améliorés en substituant la fonte de fer au bois ; mais comme on continuait à se servir de charriots lourds, alors en usage, la fonte de fer ne résista point à une aussi forte charge, et des accidens nombreux empêchèrent que cette entreprise eut à cette époque un succès complet. En 1768, on remédia à cet inconvénient en divisant la charge sur plusieurs charriots liés entr'eux par des chaînes ou barres de fer ; la fonte de fer supportait sans se briser la pression ainsi réduite.

En 1797, des travaux si utiles fixèrent l'attention d'un grand nombre d'hommes habiles et riches, on tenta beaucoup de modifications, ces routes dès-lors furent perfectionnées et sont employées dans beaucoup de localités.

Elles servent à remplacer les canaux, tiennent lieu de grandes routes et produisent des revenus à ceux qui en ont fait la dépense.

Lorsqu'on veut établir un chemin de fer, il est nécessaire de se rendre compte de la nature du commerce auquel il doit servir, et du poids probable des marchandises à transporter de l'une et de l'autre extrémité, afin de régler les pentes d'après ces données.

Si la somme des charges est à-peu-près le même dans les deux sens, on doit, s'il est possible, tracer la route de niveau, ou ne donner que des pentes très-douces. Dans le cas où le chargement vient principalement d'un côté et où le point de départ est plus élevé, on calcule la pente de manière que le tirage des voitures chargées descendantes, soit égal à celui des voitures vides montantes.

Avant de commencer les ouvrages, l'Ingénieur doit se rendre compte de tous les tracés possibles, en faire les plans et les nivellemens, fixer les points culminans des montagnes à passer, étendre le développement pour adoucir les pentes et couper dans le même but les sommités des monticules, et porter les déblais au bas des rampes.

Pour traverser les vallées, on fait de chaque côté de la montagne de grands déblais conduits en remblais dans la direction de la route, et on passe d'une rive à l'autre, au moyen de

ponts élevés, portés sur des piles en pierre ou en fonte de fer et construits de la même manière que les grands aqueducs. L'élévation de ces ouvrages dispense des contre-pentes et favorise les transports. La route en fer est simple ou double, selon que l'on établit un ou deux passages qui, dans le dernier cas, sont destinés chacun pour les voitures allant dans un sens.

Les routes simples ont en général douze pieds de largeur, et les doubles 18 ou 24.

On a soin, de distance en distance, de disposer des barres pour le croisement des voitures, ou des chemins; à cet effet on pose aux points de jonction une plaque en fonte, dans la quelle est encastré un pivot; une branche de rouage qui se meut sur ce pivot, va exactement s'adapter à l'une ou à l'autre des routes, et permet aux voitures de changer de voie.

Chaque chariot doit être muni, pour les descentes, d'un sabot en fer semblable à ceux des voitures ordinaires, et employé de même, à modérer le mouvement.

Les rouages en fer posés, on établit le chemin des chevaux placé entre les rouages, on le fait de bonnes pierres cassées, arrangées avec soin et parfaitement garanties de l'action des eaux.

Les chariots destinés à parcourir les routes en fer ne doivent pas peser, y compris la charge, au-delà de trois tonneaux un quart. Ce poids a

été jugé, par expérience, le plus convenable; lorsque le poids est plus fort, les branches de rouage sont quelquefois déplacées et cassées.

Les roues de voitures sont faites en fonte de fer, et ont deux pieds cinq pouces de hauteur, et douze rayons de deux pouces de largeur à la jante, et plus en approchant du moyeu. Ce moyeu a dix pouces de longueur et reçoit un essieu de fer forgé. Les essieux sont à une distance de deux pieds sept pouces l'un de l'autre. On donne à la caisse du chariot sept pieds neuf pouces de longueur, quatre pieds cinq pouces de large et deux pieds quatre pouces de profondeur.

Les chariots employés sur les chemins en fonte de fer ne sont pas construits d'après les meilleurs principes; cependant dans leur état d'imperfection, on a constaté par beaucoup d'expériences qu'ils diminuaient, ainsi qu'il suit, le tirage des chevaux. 1.° Sur une pente d'un pouce un quart, par trois pieds ou $\frac{1}{28,80}$, un cheval descend trois chariots de deux tonnes chacun. 2.° Ailleurs sur une pente d'un pouce 6/10.e par trois pieds ou $\frac{1}{22,50}$, un cheval monte deux tonneaux. 3.° Sur une pente de huit pieds par 198 pieds, qui est presque un quart de pouce par trois pieds, ou $\frac{1}{14,40}$, un cheval monte deux tonnes. 4.° Sur le chemin de fer de Peurhyn, la pente étant la même que ci-dessus, deux chevaux descendent quatre voi-

tures contenant une tonne d'ardoises chacune. 5.° Sur une pente de 55 pieds par mille, un cheval descend de 12 à 15 tonneaux et monte quatre tonnes et toutes les voitures vides. 6.° A Ryz, un cheval tire cinq voitures ayant chacune un tonneau de charbon. 7.° Sur la route de Surrey, un cheval descend sur une pente d'un pouce par 20 pieds, trente quartiers de froment.

On est conduit à conclure de toutes les expériences et des lois de la mécanique, que sur une route en fer bien faite et d'une pente de 10 pieds par mille, deux chevaux peuvent tirer cinq tonnes en montant et sept tonnes en descendant.

Lorsque la route en fer doit franchir une montagne, on donne à la route une pente plus rapide, et on établit du pied de la montagne au sommet une chaîne sans fin qu'une chûte d'eau ou une machine à vapeur fait aller. Arrivées aux extremités de la pente, les voitures se détachent d'elles-mêmes.

Lorsque les charges vont dans la même direction, ainsi que cela a lieu dans l'exploitation des mines; on se sert du poids même des voitures chargées pour remonter celles qui sont vides; le mouvement en devient par-là plus uniforme. On remarque à Chapel le Frith un plan incliné de 1650 pieds. A la route projetée, près de Bervick, on doit établir plusieurs

plans inclinés; le point le plus élevé de la route étant à 753 pieds au-dessus du quai de Bervick.

La dépense des chemins en fer, comparée à celle des canaux, est sans comparaison plus faible; selon Fulton, un chemin en fer, d'une seule voie, coûte 1600 livres sterlings par mille. Selon Anderson, un chemin double ne doit coûter que 1000 livres sterlings. Fulton doit plus approcher de la vérité, puisqu'il est entré dans tous les détails de ces constructions et qu'il en avait fait exécuter de semblables.

Les principales routes de fer, en Angleterre et le pays de Galles, sont celles de Cardiff et Merthyr, de 26 milles 3/4 de longueur, qui joint le canal de Glamorganshire; celle de Caermarthen, de Sexhowry, de 28 milles dans les comtés de Monmouth, Brecknock; celle de Surrey de 26 milles; de Swansea de 7 milles 1/2; on en compte un grand nombre d'autres au nord de l'Angleterre.

OBSERVATIONS adressées à l'Auteur sur le systéme général des routes en fer.

Londres, le 12 octobre 1821.

Monsieur,

Ayant lu, avec le plus vif intérêt la seconde édition de votre excellente brochure, je ne

puis me dispenser de vous en féliciter et de vous assurer que je suis convaincu que votre projet sera adopté lorsqu'on le connaîtra mieux, parce que dans le commerce et les arts, on finit toujours par donner la préférence aux bonnes choses sur les médiocres, et aux excellentes sur les bonnes. En admettant comme en grammaire, trois termes de comparaison, le positif, le comparatif et le superlatif; les routes actuelles sont le positif, les canaux le comparatif, et vos routes en fer le superlatif.

On ne peut pas supposer qu'on ajourne plus long-tems l'application des machines à vapeur, maintenant si perfectionnées, aux moyens de transport par terre; qu'on veuille toujours se soumettre aux inconvéniens attachés aux transports sur nos routes ordinaires et à la lenteur excessive de ceux sur les canaux. Je ne doute pas que votre projet n'appelle l'attention publique et ne soit préféré de la même manière que les bateaux à vapeur, dont on a plaisanté et qui sont maintenant si répandus. Si ces bateaux ont obtenu l'assentiment général et triomphent de l'action des vents et des ondes, et de l'emploi du feu, si dangereux dans les navires; à plus forte raison vos voitures à vapeur et votre système de roulage qui n'ont à lutter contre aucun inconvénient semblable, doivent-ils être adoptés. Nous pouvons raisonnablement espérer qu'avant 20 ou 30 ans les

grandes routes ordinaires et les canaux seront jugés comme très-inférieurs à vos chemins de fer, et presque totalement abandonnés, et que les fermiers placés à 100 milles de la capitale, enverront plus facilement et à plus bas prix leurs productions aux marchés, que ceux maintenant placés à 10 ou 15 milles.

La rapidité avec laquelle les marchandises de toute espèce seront transportées d'une extrêmité de l'Angleterre à l'autre, imprimera un mouvement extraordinaire à toutes les branches de notre commerce et liera les villes les plus éloiguées par des communications plus promptes que celles qui existent entre Londres et Margate.

Prétendre qu'il n'existe pas les même motifs et la même facilité d'établir des voitures à vapeur et des chemins de fer, que des bateaux à vapeur sur la Tamise, me parait absurde, eu égard surtout à la plus grande sûreté que l'on trouve en voyageant par terre. Les machines à vapeur placées sur les bateaux exposent à des dangers dix fois plus grands que celles mises sur des voitures, et cependant l'usage des premieres se répand de plus en plus.

Pourquoi donc l'Angleterre dédaignerait-elle un si grand perfectionnement auquel, seule de toutes les nations, elle peut prétendre et qui serait pour elle une nouvelle source de richesse et de gloire.

La libre circulation du sang n'est pas plus nécessaire à la santé et à l'existence du corps humain, que les communications faciles à la prospérité et au bien être d'un pays. Combien d'états naturellement fertiles restent dans une situation si inférieure à la nôtre, parceque les habitans sont dans l'impossibilité de transporter leurs produits à un bon marché. Telle est la situation de la plupart des arrondissemens d'un royaume voisin. Des domaines étendus et fertiles qui pourraient donner de très-grands produits aux propriétaires, sont laissés dans la situation la plus déplorable et ne rendent que de faibles revenus, parce que l'état impraticable des chemins ne permet pas d'arriver aux marchés.

Par la même raison de très-beaux et vastes châteaux, se vendent ou se louent à vil prix ou ne sont pas loués, les chemins qui y conduisent n'étant pas accessibles une partie de l'année, tandis que si l'on pouvait y arriver par de bonnes routes, ces propriétés auraient une très grande valeur.

Vous ayant exposé mon opinion sur votre projet, je fais les voeux les plus ardents pourqu'il soit le plus promptement et le plus généralement adopté.

Je suis, etc.

DESCRIPTION

D'UN NOUVEAU SYSTÈME DE CHEMIN EN FER,

Par H. R. Palmer, Ingénieur civil.

PRÉFACE

Je n'ignore pas, en présentant au public un nouveau mode de transport, les difficultés qu'il faut vaincre. J'opposerai aux préjugés les résultats d'une longue expérience et les suffrages des savans et des plus célèbres Ingénieurs. Avant d'expliquer mon système de roulage, je ferai quelques remarques sur les diverses routes en fer maintenant en usage.

Je n'ai pas l'intention de parler de tous les cas particuliers, ces détails seraient fastidieux; ni la prétention de croire que mon système est le meilleur dans toutes les circonstances; je préviens au contraire que dans certaines localités, mon chemin serait moins avantageux que ceux qui existent. La nature du pays et celle des chargemens doivent déterminer la préférence à donner à l'une ou à l'autre des méthodes.

Il n'existe qu'un petit nombre d'écrits sur les routes en fer, et je n'en connais pas qui traite de leurs résistances comparatives. Les documens

publiés jusqu'à ce jour sont vagues et de peu d'utilité pour la pratique ; on s'est borné à constater, dans quelques cas, les effets produits par un cheval sans décrire avec précision les pentes, les détails de construction de chaque route. Non seulement la force des chevaux est variable, mais celle d'un même cheval est un moyen inexact de comparaison ; sa force pendant le tems court d'une expérience, étant plus grande que lorsque le travail est prolongé.

La table qu'on trouve dans ce volume, ne contient que les expériences que j'ai faites sur quelques chemins en fer. Quoiqu'elle ne fasse pas connaître les effets produits sur ces chemins, lorsqu'ils étaient neufs, du moins elle servira à comparer les résistances dans leur état actuel, et surtout à montrer combien il est important d'apporter la plus sévère attention dans la construction de semblables ouvrages.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Les avantages des bonnes communications intérieures sont si bien connus, qu'il serait superflu de les rappeler; chacun étant directement ou indirectement intéressé à leur amélioration, sait en apprécier l'importance.

La plus ou moins grande facilité des transports a de l'influence non-seulement sur les prix des objets de première nécessité, mais sur ceux de luxe introduits dans le principe par le raffinement des hommes riches, et devenus avec le temps d'un usage plus général et comme indispensable. L'extension toujours croissante est surtout due aux perfectionnemens rapides des routes et des canaux, ou à la diminution de la valeur des marchandises, déterminée par l'économie dans les transports des matières premières aux fabriques, et de leurs produits à la demeure des consommateurs.

C'est aux mêmes causes qu'il faut attribuer la grande abondance, le bas prix et l'usage plus général des minéraux et métaux qui restent sans valeur au sein de la terre, jusqu'à l'époque où l'on rend les routes praticables.

De tous les moyens de transport, ceux par

eau ont été jugés d'abord plus économiques; on s'est occupé par cette raison de perfectionner la navigation des rivières et d'ouvrir un grand nombre de canaux artificiels. Mais il existe beaucoup de localités où les travaux de ce genre sont impossibles ou trop dispendieux; dans ce cas on a établi des chemins en fer comme des suppléments à ces ouvrages, avec la persuasion que ce mode de transport est bien inférieur au premier. C'est la nature des lieux qui a déterminé les choix à faire et les avantages obtenus sous ce rapport par certains comtés sur d'autres.

On reconnaît maintenant que les canaux ne procurent pas les bénéfices qu'on avait supposés : ils ne peuvent s'étendre à toutes les villes et grandes propriétés pour lesquelles ils avaient été ouverts, il a fallu nécessairement y suppléer par d'autres communications, d'où est résulté l'inconvénient de transporter par voiture les marchandises de divers lieux aux points d'embarquement les plus près, ce qui a diminué les produits que l'on s'était promis en exécutant des canaux.

On a généralement recommandé et adopté les chemins en fer comme branches des canaux; mais ces chemins ne sont profitables que dans des localités particulières. Si le commerce, par exemple, est ascendant au delà de certaines limites, ces chemins offrent peu d'avantages sur

les routes ordinaires, dans le cas contraire, lorsque le commerce est descendant avec une pente moyenne, les routes en fer bien construites donnent de grands bénéfices.

Cependant considérées comme moyen général de transport, elles ont comme les canaux, quoiqu'à un moindre degré, l'inconvénient d'exiger des chargemens et des déchargemens; car il faut en dernier résultat se servir des routes ordinaires pour conduire les marchandises à leur destination définitive.

Ainsi les habitans d'une contrée peuvent avoir l'avantage d'un canal et d'une route en fer, et néanmoins être forcés de faire usage, pendant quelques distances, des routes, et de charger et décharger quatre fois les marchandises pour les faire arriver des divers points de départ aux lieux de leur destination. Il faut; 1.° les transporter au canal, par les routes; 2.° aller par le canal jusqu'à la route en fer; 3.° s'en servir le plus longtems possible; et 4.° employer encore les routes et voitures ordinaires.

Tous les délais et les dépenses qu'occasionnent ces chargemens font plus que compenser la supériorité des canaux et des chemins en fer sur les routes ordinaires, à moins que les lignes à parcourir n'excèdent certaines limites; car pour une distances de six ou sept milles, on préfère presque toujours les routes aux canaux.

La difficulté de coordonner entr'eux les dif-

férens moyens de transport, est une question du plus haut intérêt; si on parvenait à la résoudre complètement, les canaux donneraient plus de bénéfices, et les chemins en fer seraient plus encouragés.

Quoique l'importance des chemins en fer soit généralement constatée, cependant la connaissance de leur construction est bien moins répandue que ne le fait supposer leur grande utilité; on a même présenté des résultats contradictoires et fort erronés. Je donnerai quelques détails sur les routes en fer que j'ai visitées, avant de décrire une nouvelle méthode de transport qui rentre dans la classe de ces chemins.

OBSERVATIONS
SUR LES CHEMINS EN FER.

Les chemins en fer sont supérieurs aux routes ordinaires, le tracé en est plus régulier, et la surface plus ferme et plus unie.

Ils diffèrent entr'eux par les dimensions et la forme des barres, et par les moyens de les fixer ensemble et au sol. On les distingue en

deux espèces, les *tram-road*, que nous traduisons par rouages angulaires, et les *egde rails* ou barres saillantes. Les *tram-road* qui furent les premiers employés, sont formés de deux bandes plates, parallèles, avec rebords sur les côtés, pour diriger et retenir les roues des voitures. Ces roues sont en fer et à jantes étroites, en raison de la plus grande force du métal. Les *egde rails*, ou barres saillantes, plus minces que les premières, ont généralement de un pouce à deux pouces un quart de largeur; elles s'élèvent un peu au-dessus du sol et se trouvent, par cette raison, moins exposées à être recouvertes de boue. Elles n'ont point de rebords pour guider les roues. Leur surface est tantôt plane et tantôt convexe; lorsqu'elle est plane, les roues ont un rebord qui les dirige; si elle est convexe, les jantes sont concaves comme la gorge d'une poulie, et d'une courbure qui correspond à celle des barres; alors des rebords ne sont pas nécessaires.

Les barres ont des longueurs différentes, selon la nature du métal dont elles sont composées; celles en fonte de fer ont ordinairement trois pieds et quelquefois jusqu'à six pieds d'étendue; celles en fer travaillé ont de dix à vingt pieds. Les barres sont fixées jointivement à chacune de leurs extrémités, sur une pièce en travers ou sur un bloc. Lorsque la voie est étroite, une pièce ordinairement en bois, pla-

cée en travers, reçoit les joints opposés, et compose toute la fondation ; quand la voie est plus large, on pose sous chaque joint un bloc en pierre, de seize à dix-huit pouces carrés et plus, selon le poids des voitures. Quelquefois les deux barres parallèles sont unies par une pièce en fer placée en travers et passant sous les joints opposés ; cette pièce a des mortaises où viennent s'encastrer des tenons placés à chaque extrémité des barres, mais plus généralement les deux lignes sont isolées et indépendantes l'une de l'autre.

La surface de ces chemins est de niveau ou en pente, selon que l'exigent les avantages du commerce, quand la nature du pays permet de faire un choix ; lorsque les transports sont considérables et presque en égale quantité dans les deux sens, on fait, s'il est possible, le chemin de niveau. Si le commerce est dans une seule direction et en descendant, comme d'une mine à un port, la route est régulièrement inclinée, et la pente est tellement combinée, que la résistance des voitures chargées est égale en descendant à celle des voitures vides en montant.

L'effet produit sur un chemin en fer est estimé par le poids qu'une force donnée peut tirer sur une surface de niveau, la résistance alors étant seulement déterminée par l'inégalité des surfaces et le frottement des essieux.

L'augmentation de résistance occasionnée par les pentes, est évaluée par le calcul; mais comme la force nécessaire pour monter un poids sur une pente donnée est proportionnelle à ce poids, il suit que l'angle d'inclinaison doit être fixé par la résistance des surfaces et le poids des voitures.

Lorsque les marchandises vont dans la même direction et en descendant, on ne doit pas chercher à réduire la résistance des surfaces ou à augmenter la pente pour descendre, avec une force donnée, une plus grande charge, si la même force ne suffit pas pour remonter les voitures vides sur cette même pente.

Les lignes courbes occasionnant une plus grande résistance que les droites ; une force donnée mènera sur une route droite une plus grande charge, mais ne pourra suffire pour la conduire sur une route courbe. Il est donc inutile de tenter sur quelques points une grande perfection dans le tracé si cette amélioration n'est pas générale.

Des variations à peine sensibles dans le choix des pentes et des directions, et dans les arrangemens des barres, produisent sur les diverses routes en fer des résultats très différents et beaucoup plus grands qu'on ne le suppose.

Les obstacles qui empêchent d'adopter les tracés le plus parfaits, sont en général les irrégularités naturelles du pays, les vallées,

les rivières et la position des propriétés particulières : c'est à l'ingénieur à surmonter par son habileté les difficultés qu'oppose la nature. Quelquefois pour diminuer les dépenses premières, il se croît obligé d'adopter un projet défectueux. Mais de toutes les difficultés, les plus embarrassantes viennent des propriétaires du terrain à occuper; souvent le simple changement de direction pour conserver intacte la surface d'un paturage, diminue considérablement les avantages de la route.

Si on ne peut approuver une résolution opiniâtre de ne se détourner jamais, ni à droite ni à gauche, quelques difficultés qui se présentent, on doit plus encore condamner un esprit borné qui par une économie mal calculée, tourne et évite les moindres obstacles.

La différence entre les routes en fer et les canaux est d'autant plus grande que ces routes dépendent plus de leur exécution ; sur un canal la seule résistance à vaincre est celle du fluide qui est la même, que le canal ait été bien ou mal fait ; mais sur une route en fer de niveau, toute la résistance est produite, à l'exception du frottement des essieux, par des imperfections, indépendantes de la nature de ces constructions ; il reste encore beaucoup à faire même après qu'on a choisi le meilleur tracé.

Par suite de l'erreur trop commune que la

supériorité des routes est due à la qualité des matériaux employés, on néglige les détails d'assemblages des barres et ceux de construction des voitures et on n'obtient qu'un ouvrage imparfait.

J'ai visité une route en fer à barres saillantes ayant une pente de 1/36, sur laquelle un cheval tirait à plein collier une charge d'un tonneau et demi seulement; avec des bandes mieux disposées, la voiture descendrait par son propre poids; cependant cette route a coûté aussi cher qu'une plus parfaite sur laquelle la même force conduirait une charge cinq fois plus forte.

Lorsque les routes sont parfaitement dures de niveau et droites, et les roues de voiture également dures, unies et cylindriques, la résistance à vaincre pour mettre une voiture en mouvement n'est occasionnée que par le frottement des essieux.

D'après cela, il est essentiel de déterminer les différentes causes qui produisent les résistances dans la pratique afin de prévenir les imperfections des travaux ; en obtenant des ouvrages plus parfaits , on ne diminue pas seulement les résistances à vaincre, mais les causes de dégradation , car les routes en fer sont plutôt détruites par l'influence des vices de constructions que par le roulage.

Les routes et les voitures en fer ne font ensem-

ble qu'une même machine, et c'est seulement en raison de la longueur de l'une des parties qu'on les sépare dans la pensée; aucune perfection de l'une ne peut compenser l'imperfection de l'autre ; les pièces du chemin et celles des roues sont d'une égale importance et doivent être considérées comme solidaires et invariablement dépendantes les unes des autres. Il ne faut donc pas chercher à améliorer quelques détails et négliger le reste, mais porter la plus sévère attention dans la combinaison et la construction du tout ou de chacune des parties.

Pour diminuer les matériaux à employer sur les routes, on divise la charge à conduire sur plusieurs voitures ; mais la puissance qui imprime le mouvement, se trouve placée à une trop grande distance des derniers chariots, et quelquefois la direction de la force est fort inclinée par rapport à celle des dernières roues.

Lorsque le tracé est courbe, les roues frottent contre les bandes, et ne sont dirigées que par la résistance qu'elles opposent; la force se trouve alors réduite de toute la somme des résistances produites par le frottement, cette force perdue tend à déplacer les bandes du chemin en fer.

Il ne suffit pas de prévenir les inconvénients des directions courbes, et d'établir les chemins en ligne droite, il faut encore rendre chaque partie assez parfaite pour éviter des pertes de

force, qui ne sont nullement inhérentes au système. Sur les chemins en rouages, la bande plate ayant nécessairement un rebord, et sur les bandes en saillie, les roues portant elles-mêmes ce rebord pour diriger la roue, il est évident que si les rebords sont irréguliers, ou si les parties latérales des bandes qui frottent sont raboteuses, les voitures éprouveront dans leur marche des secousses continuelles, et des résistances plus difficiles à vaincre que celles des surfaces, elles seront soumises à l'action d'une force vive, latérale, qui, à la longue, ébranle les barres dans leurs fondations, les renverse ou les brise.

Dans les chemins à rouages, les jantes des roues ne sont pas proportionnées à la force des matériaux et au poids des charges; étant trop étroites ou trop chargées, elles creusent une trace dans les bandes, et finissent par les couper en deux dans leur longueur. En leur donnant peu de largeur, on a surtout pour but de faciliter le passage des obstacles qui se trouvent accidentellement sur les rouages; aussi lorsqu'une roue rencontre une petite pierre, par exemple, comme elle a du jeu, elle s'écarte au lieu de la passer, et se trouve ensuite poussée avec force contre les bords des bandes qui en sont ébranlées et quelquefois rompues. Dans les chemins à bandes saillantes, on néglige de même de donner des dimensions suffisantes relativement au

poids à supporter; les bandes cèdent sous la pression, le mouvement est irrégulier, la résistance très-grande, et la durée des pièces fort limitée.

Toutes les parties du travail des routes demandent une égale perfection d'exécution. Comme les blocs sur lesquels reposent les bandes saillantes ou en rouages n'opposent pas une résistance exactement semblable, on ne doit pas se borner à donner aux pièces les plus faibles une force d'inertie, capable de résister au poids mort des charges les plus lourdes; l'action qu'elles auront à soutenir est beaucoup plus forte, et exige une plus grande solidité.

La force vive produite par les irrégularités des parties ou les obstacles, agit contre les fondations avec plus d'intensité que la charge, et ne tarde pas à se faire remarquer par les détériorations qu'elle cause aux travaux mal exécutés.

Souvent les bandes placées près du sol sont recouvertes de boue ou de corps étrangers, inconvéniens qui ont lieu surtout dans les chemins en rouages. Les bandes saillantes n'y sont exposées que lorsque les matières tranportées sont des substances glutineuses, qui, en tombant des voitures, s'attachent sur ces bandes. Ces obstacles ne tendent pas seulement à augmenter

la résistance, mais occasionnent des répercussions, des chocs et de fréquentes dégradations, et ruptures. La plus petite protubérance sur la surface influe sur la direction du mouvement, et devient une cause de destruction.

Je rapporterai l'expérience que j'ai faite, sur une branche de chemin à rouages de Cheltenham, presque neuve et en bon état, pour déterminer la résistance occasionnée par la poussière tombée sur les bandes. La voiture et la charge pesaient ensemble 5264 liv., les bandes étant balayées, la résistance fut de 36 liv., et légèrement recouvertes de poussière, de 43 livres. Ainsi l'accroissement de la résistance était de 7 liv., et le rapport de cette augmentation à la force première, d'un cinquième.

Sur le chemin en fer de Penrhyn, destiné à l'exploitation des carrières d'ardoises, on a l'usage de conduire sur le chariot de tête un tonneau d'eau, qui, dans la marche, arrose les bandes. La pente de ce chemin est de $\frac{1}{96}$.e La suite des voitures se compose de toutes celles que trois chevaux peuvent conduire. La force nécessaire pour remonter le chariot d'eau est, terme moyen, de 21 livres, ce qui fait 7 livres pour chaque cheval, cette quantité doit être au moins égale à la résistance occasionnée par la poussière, si cette précaution n'est point désavantageuse. Ce moyen est aussi employé sur

quelques autres routes en fer; mais nulle part il n'a été jugé aussi nécessaire.(1).

On ne doit pas considérer le résultat de l'expérience de Cheltenham que j'ai citée, comme une moyenne des résistances occasionnées par la poussière des bandes; le principal chemin en fer de Cheltenham qui est établi sur le côté d'une grande route est plus fréquemment obstrué par la boue; aussi un cheval y conduit une tonne de moins que sur la branche dont nous avons parlé.

Puisque les différentes imperfections auxquelles les surfaces des chemins en fer sont exposées, tendent constamment à ébranler les fondations, à déranger les bandes, à détruire le parallélisme des lignes, et en dernier lieu à occasionner des ruptures et des réparations continuelles; il est évident que l'entretien de ces chemins doit occasionner des dépenses considérables si les bandes n'ont pas été ajustées dans le principe avec un soin extrême.

Mais les réparations des bandes, établies d'après l'usage adopté, ne font que les remettre dans leurs fondations primitives et ne peuvent donner une perfection que ce système n'admet pas. Si l'on disposait avec aussi peu d'habileté

(1) L'emploi de l'arrosage des bandes a été suggéré par la remarque que la résistance était moindre dans les tems de pluie. Aussi on a l'usage alors d'ajouter un chariot de plus, pour une même force.

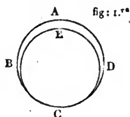
les pièces d'une machine compliquée, celles d'un moulin, par exemple, en quelques instans le mouvement les ferait sauter : quoique ces machines paraissent différentes, les causes et les effets sont les mêmes. En mettant cependant une grande attention à réparer sur le champ et à bien entretenir les routes en fer, même dans leur système actuel d'imperfection, on est bien indemnisé de ces soins et de ces dépenses par la diminution du frottement et par la conservation des ouvrages. Combien de plus grands avantages ne retirerait-on pas d'un mode de construction qui permettrait de rajuster avec précision les barres, sans être obligé de retoucher aux fondations ?

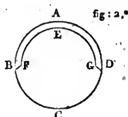
Comme les routes en fer ont sur les autres une grande supériorité relativement à l'économie de la force, on a négligé les détails de construction des chariots. Les roues sont employées en sortant des fonderies, et sans être circulaires; la fabrication des essieux plus importante encore, est plus grossière. Cependant on a constaté, par beaucoup d'expériences, qu'on trouve une réduction très-grande dans les résistances produites par les essieux faits avec les meilleurs fers et par les plus habiles ouvriers. On a reconnu que les plus legères variations dans la forme et les dimensions des essieux et des boîtes occasionnent des résultats très-différens.

M'étant long-tems occupé de mesurer la résistance d'une voiture, j'ai remarqué un fait dont l'explication pourra jeter quelque jour sur le sujet que je traite, et comme il se rattache aussi à beaucoup d'autres questions de la mécanique pratique, j'entrerai à ce sujet dans quelques détails.

Pendant une suite d'expériences que j'ai continuées plusieurs mois, j'ai constamment remarqué que lorsque je mettais de l'huile aux essieux d'un charriot, la résistance devenait plus grande, et il fallait un service de plusieurs jours pour réduire le frottement à ce qu'il était avant l'introduction de l'huile. Je ne voyais d'abord d'autre manière d'expliquer ce fait qu'en supposant que l'huile acquérait par le travail et le tems, une qualité plus assortie à cette destination. Un savant de ma connaissance donnait à ce fait l'explication suivante : l'huile s'épaissit par le contact de l'air et résiste davantage dans le frottement des surfaces Pour juger cette assertion, j'épaissis artificiellement de l'huile par un faible mélange de cire; mais je n'obtins que le même résultat; la résistance était augmentée aussitôt après l'introduction de l'huile. Il me vint alors en pensée que cette cause était produite par le contact trop intime de l'essieu et du moyeu; je diminuai l'épaisseur des essieux, et mesurai l'effet d'une nouvelle addition d'huile; la résistance fut encore aug-

mentée, mais plus faiblement. Je fus dès-lors convaincu que le phénomène était plutôt dû à la quantité d'huile qu'à sa qualité. Pour m'en assurer, je nettoyai parfaitement les essieux et me bornai à les imprégner légèrement d'huile avec le doigt; la résistance fut mesurée et trouvée exactement la même que lorsque le chariot avait roulé plusieurs jours sans être graissé. Ayant, par là, constaté que la différence de résistance est dûe à la quantité d'huile, j'ai pensé qu'on pouvait ainsi expliquer la manière dont l'excédent agit.





Soient ABCD le cercle du trou de l'essieu de la roue, et EC la section de l'axe; le cercle EC, touche celui ABCD seulement en C. Si l'espace à angle très-aigu, qui reste entre les deux cercles est rempli d'huile, et si la roue est mise en mouvement, l'huile peut être considérée comme un coin qui tend à pénétrer au point C, et à soulever l'essieu dont le poids combat cette force. L'action continuelle de l'huile pour passer

au point C, et élever l'essieu, occasionne la résistance que nous avons constatée.

Pour mieux juger le fait, je donnai aux essieux la forme EFCG, fig. 2, et au moyeu ou boîte, celle ABCD; c'est-à-dire que le demi cercle inférieur du moyeu, correspondait exactement avec le demi-cercle de l'essieu, et brusquement au centre, les deux parties se séparaient par une section BFGD, qui n'est point angulaire, et sur laquelle l'huile excédante pouvait séjourner. Mesurant ensuite la résistance des essieux, je trouvai qu'elle n'augmentait pas, quelque quantité supplémentaire d'huile qu'on mit, et qu'elle était d'un dixième plus faible que dans la première expérience.

Dans le cas où la différence des diamètres serait très-grande, je suis persuadé que l'excès d'huile n'aurait aucune influence, si les parties inférieures du moyeu et celles des axes, se convenaient assez exactement, pour bien régler le mouvement et prévenir les secousses.

Beaucoup de causes produisent de la résistance sur nos chemins en fer et quoiqu'on se soit beaucoup occupé de leur amélioration et de celle des grandes routes ordinaires et des voitures; on est encore peu avancé parcequ'on ne s'est attaché qu'à quelques points particuliers en négligeant le reste. Les imperfections de ces constructions doivent être surtout attribuées à un manque d'ensemble.

Lorsque l'on considère combien les différences les plus légères dans les proportions des parties peuvent en donner de grandes dans le résultat, et qu'une mauvaise route comme une bonne exige les mêmes dépenses pour niveler le sol, transporter les terres, acheter le terrain et exécuter les mêmes ouvrages, on regrette que le fruit de si grands travaux soit perdu par l'ignorance ou la simple négligence de ceux qui les dirigent. Si on avait des moyens faciles et sûrs de constater en toute occasion les résistances sur chemins en fer et autres, leur amélioration serait beaucoup plus rapides : la quantité de chaque résistance dans chaque cas étant connue et comparée, on ferait bientôt disparaître les défauts qui les occasionnent. Les propriétaires sauraient alors si la différence des effets doit être attribuée aux chevaux ou à d'autres circonstances, et pourraient exiger dans les marchés à passer pour la construction de ces routes, les résultats qui devraient être obtenus.

Les méthodes employées jusqu'ici pour mesurer la résistance sur les chemins en fer sont très-imparfaites et sujettes à trop d'inconvéniens dans l'usage ordinaire. Les dynamomètres qui mesurent la résistance par le degré d'extension des ressorts attachés aux attelages, ont sans contredit le mérite d'instrumens très-portatifs, mais ils ne donnent pas une précision rigoureuse et indispensable ; on peut même assurer que

lorsqu'on emploie des chevaux, ils ne peuvent être d'aucune utilité; l'action de leur puissance inégale occasionne des vibrations et altère à tel point les résultats, qu'on ne peut s'en tenir à ceux qu'on obtient avec cet instrument. Toutes les autres méthodes usitées sont sujettes à des défauts de même genre.

Ayant été souvent conduit à constater les résistances des voitures, j'ai construit un instrument exempt de ces vices et qui m'a constamment réussi; il s'agissait de le rendre susceptible d'apprécier les plus petites différences, sans être toutefois dérangé par une résistance subite et très-grande. J'ai adapté au dynamomètre un vase demi-circulaire en cuivre, au centre duquel est un pivot et une aiguille qui occupe presque exactement le vide du vase et qui se meut par l'action du ressort du dynamomètre. L'intérieur est exactement et entièrement rempli d'eau; l'aiguille tourne, mais lentement, au moindre changement de résistance; si cette résistance est très-grande, l'aiguille forcée de déplacer l'eau qui ne passe que difficilement sur les côtés, ne peut changer rapidement de position.

J'ai exposé dans un tableau les résultats des expériences que j'ai faites sur différens chemins en fer, pour en constater les résistances.

La première colonne indique les articles transportés; la seconde les résistances compa-

rées aux poids; la troisième l'effet produit, le poids de la voiture compris, par un cheval dont la force moyenne est évaluée à 140 livres, et la vîtesse de deux milles et demi par heure; la quatrième, l'effet utile, ou la charge transportée évaluée en livres; la cinquième, la même quantité en mesures ordinaires; la sixième, l'inclinaison exprimée en parties décimales, et calculée de telle manière que la résistance des chariots chargés en descendant est égale à celle des charriots vides en montant; la septième, l'effet produit dans de telles circonstances; la huitième, l'effet utile dans le même cas, le poids du charriot étant déduit. Dans toutes ces expériences, la force du cheval est toujours évaluée à raison de cent quarante livres pour une vîtesse de deux milles et demi par heure.

NOTA. Dans les pentes, on n'a point pris en considération la différence du pouvoir du cheval en montant ou en descendant, ni porté en compte les rectifications dans le tableau des effets produits, afin que les tables puissent servir lorsqu'une force mécanique est employée. Il faut donc avoir égard à cette cause dans les résultats, lorsqu'on fait usage des chevaux; au reste, ces modifications seraient de peu d'importance pour des pentes très-faibles.

TABLE *des résistances sur différens chemins en fer en lig*
et d'une vitesse de 2 milles 1/2 par heure, qui est ce

Numéros des Expériences.	DESIGNATION DES CHEMINS EN FER.	Matières transportées.
1	Llanelly, route à rouages. Pays de Galles...........	charbon
2	Surrey, route à rouages...........................	marne.
3	Penrhym, carrière d'ardoises, route à bandes saillantes, surface courbe....................................	ardoises
4	Cheltenham, route à rouages.	charbo
5	Nouvelle branche de la même, légèrement couverte de poussière.	idem.
6	La même, bien nettoyée.	idem.
7	Route à bandes saillantes à Newcastle, sur la Tyne......	idem.
8	Nouveau système de route, inventé par M. H. A. Palmer.	idem.

droite, et des effets produits par une force de 150 livres, d'un cheval moyen dans un jour ordinaire de travail.

Rapport de la résistance au poids.	Effets produits sur une ligne de niveau par une force de 150 livres avec 2 1/2 milles de vitesse par heure.	Effets utiles ou poids en livres, celui du chariot déduit.	Effets utiles en tonneau et parties du tonneau.	Pente la plus convenable pour un commerce descendant.	Effets produits sur cette pente convenable par 150 livres, chariot compris.	Effets utiles sur la même pente.
	liv.		ton. cent. liv.		ton. cent. liv	ton. cent. liv.
1 : 59	8850.	4602.	2, 1,10	0,005958	6, 1, 92	3, 3,58
1 : 60	9000.	6750.	3, 0,30	0,010000	10, 0,100	7,10,73
1 : 87	13050.	10084.	4,10, 4	0,007257	15,14, 68	12, 3,12
1 : 90	13500.	8679.	3,17,55	0,005263	11, 9, 4	7, 7,27
1 : 222	18300.	11765.	5, 5, 5	0,003883	25,10, 55	9,19,67
1 : 146	21900.	14079.	6, 5,79	0,003244	18,11, 59	11,18,95
1 : 170	25500.	17773.	7,18,77	0,003146	24, 9, 59	17, 1,21
1 : 300	45000.	33750.	15, 1,38	0,002000	50, 4, 52	37,13,39

Nous ferons observer que le rapport de l'effet produit à l'effet utile est variable selon la nature des matières transportées, parceque le rapport du poids de la voiture à celui de la charge est lui-même variable.

Les effets évalués pour un cheval ordinaire, sur une ligne droite, sont différents dans la pratique en raison de la différence de la force des chevaux et des résistances produites par les lignes courbes. Le résultat donné sur une ligne droite et de niveau de la route de Llannelly, est selon la table de deux tonnes, un quintal et dix livres ; mais dans le fait chaque cheval ne conduit, sur cette route, qu'une tonne et un quart.

De même sur la route de Chettenham un cheval devrait conduire trois tonnes, quinze quinteaux et quarante-cinq livres, et il ne mène en réalité que trois tonnes. Au contraire, sur la route de Newcastel, l'effet d'un cheval ne devrait être que de 7 tonnes, 18 quinteaux et 75 livres, mais les chevaux employés traînent huit tonnes, huit quintaux chaque et quelquefois plus.

La seconde colonne qui montre le rapport de la résistance à la charge, indique aussi l'inclinaison sur laquelle la voiture pourrait descendre sans altération de mouvement.

La pente d'une route en fer sur laquelle le commerce se fait en descendant, doit varier

avec le rapport des poids des voitures et celui des charges à convoyer.

La différence des effets indiqués dans les colonnes sept et huit, n'est pas assez distinctement établie, les circonstances n'ayant pas été parfaitement les mêmes dans les diverses expériences.

Les calculs sont déduits des expériences faites avec tout le soin possible. On s'est servi pour la dernière d'un chariot qu'on peut considérer comme une moyenne des voitures généralement employées sur différentes lignes.

Les trois expériences sur le chemin en fer de Chettenham, ayant eu lieu avec la même voiture, montrent distinctement les différents effets obtenus dans un commerce descendant.

Des imperfections en apparence très-petites, et la poussière qui change l'angle des pentes et occasionne une plus grande résistance, donnent une différence de trois tonnes, sept quintaux pour la charge d'un cheval.

DESCRIPTION

D'UN NOUVEAU SYSTÈME DE CHEMIN EN FER.

Le principal problème à résoudre dans le choix et l'exécution des communications, c'est de transporter un poids donné d'un point à un autre avec la moindre dépense possible.

Les frais de transport se composent du prix des chemins, de celui de leurs réparations, de celui de la force pour vaincre la résistance, en conduisant la charge, et de la dépense nécessitée par les chargemens et déchargemens.

Dans quelques cas la vîtesse est une condition nécessaire; et dans tous, il est indispensable de prévenir les interruptions occasionnées par l'influence du temps ou les imperfections du système de route et de roulage.

On peut déjà pressentir par ce qui précède, que notre premier principe est plutôt d'éviter les obstacles, que de chercher les moyens de les surmonter. D'après cela, on doit autant que possible, tracer les chemins en ligne droite, et en réduire le nombre des parties.

Il faut en outre que les surfaces en contact soient dures, unies, élevées au-dessus du sol et garanties de la boue, que les barres soient soli-

dement établies, invariablement fixées, et puissent être facilement réparées.

Comme un chemin en fer traverse ordinairement d'autres routes, il est essentiel qu'il soit disposé de telle manière, qu'on puisse les passer sans difficulté, et charger et décharger facilement les marchandises, afin de les expédier sans perte de tems, par les autres directions.

La condition de maintenir la surface des barres de fer, dure et unie, exige qu'elles soient élevées au-dessus du sol, et que la terre, la boue et la neige ne puissent y arriver ou y séjourner. Il faut aussi que ces barres soient établies avec plus de solidité et de soin.

Ayant reconnu que des barres ainsi placées occasionneraient une grande dépense, et augmenteraient beaucoup trop les frais de transport, si elles étaient doubles, selon l'usage ordinaire, j'ai cherché à établir un système de route et de roulage qui permît de n'employer qu'une seule ligne de barres, et donnât en même tems toute garantie de stabilité dans le mouvement. Ma ligne étant élevée généralement à 2 pouces 1/2 au-dessus du sol, se trouvant à la portée de la main, remplit toutes les conditions requises; les charges ne peuvent balancer et verser.

Toute la difficulté du système consiste à maintenir solidement la surface à la hauteur fixée. J'ai essayé des supports de différentes formes et substances; des piliers en fonte de fer m'ont

paru en tout point préférables, en raison de leur durée et de la facilité de les fixer solidement. Il est bien évident que si je les employais comme on le fait ordinairement, je n'obtiendrais pas une stabilité suffisante; mais sachant quel poids énorme un pilier bien établi peut porter, je recherchai les moyens de les fixer d'une manière invariable.

On sait par expérience que des pieux enfoncés à de très-faibles distances, sont moins solides que lorsqu'ils sont plus écartés, et que les très-gros n'ont pas en proportion autant de force et de stabilité que les plus petits, parce que l'espace occupé, ou le terrein déplacé par un grand nombre de pieux rapprochés, ou par de très-gros, étant plus grand que la compressibilité de la terre, les molécules du sol se séparent, se relèvent et perdent leur adhérence. Il faut donc, pour assurer la plus grande solidité des pieux, en calculer la distance et la grosseur de telle sorte que la partie déplacée soit égale à la plus grande compression possible du terrein. Dans ce cas un poteau peut résister à une pression verticale, beaucoup plus grande que lorsqu'il est établi d'après les procédés ordinaires; la principale précaution à prendre, c'est de le fixer dans une position bien verticale. Ses dimensions étant suffisantes pour porter la charge voulue, on peut ou l'enfoncer à une grande profondeur, ou le contrebuter avec des supports,

Comme les poteaux en fonte de fer paraissent être les plus convenables, (quoiqu'on puisse dans certaines localités employer des poteaux en bois ou des piles en fer), j'ai établi un système de fondation qui m'a réussi dans les cas les plus difficiles et les plus défavorables.

Les figures 1 et 2, planches 19, montrent la forme d'un poteau dont la section horizontale représente une croix ou quatre cotés à angles droits. A est un rebord au niveau du sol; les parties inférieures sont dentelées, afin de mieux se lier avec les matériaux qui remplissent le vide. La moitié du poteau est en terre, et l'autre moitié en saillie, chaque partie à environ 2 pouces 1/2 et le tout est de 5 pieds. On fait d'abord un trou circulaire et on laisse tomber dans le creu un mouton conique à plusieurs reprises, d'après l'usage suivi pour battre des pieux : on répète cette opération jusqu'à ce que le terrein soit convenablement comprimé sur les côtés et dans le fond. On remplit le fond avec des éclats de pierres dures et angulaires, jusqu'à la hauteur où doit reposer la base du poteau : on place le poteau, et on garnit le vide par des couches de pierres cassées qui sont battues successivement par le mouton. La figure première indique les dimensions, la forme du trou et l'arrangement des pierres. Le poteau étant maintenu à l'aide de dentelures, et des membrures qui touchent sur une grande surface

les pierres fortement battues, ne pourrait éprouver qu'un tassement vertical; mais la pression qu'à subie le sol dans le travail est sans comparaison beaucoup plus forte que la charge que devra porter le pilier, et comme la surface des bandes est supposée unie et nette, l'action des matières transportées n'aura pas plus d'effet que celui d'un poids mort semblable, posé sur cette bande.

On fixe de la même manière une suite de piliers (1) à une distance horizontale d'environ dix pieds; leur hauteur est variable selon les ondulations de terrein; leurs extrêmités supérieures devant se trouver dans la surface déterminée de la ligne du chemin. Ces dispositions dispensent, ainsi qu'on le verra ci-après, d'exécuter les grands travaux en terrasses, des aqueducs, ponts et autres ouvrages très-dispendieux. Sur la tête fendue de ces pieux, on pose des coins en sens contraire, et au dessus des barres en fer ou en bois, dont la surface forme le chemin ou le passage des roues. Ces coins frappés en sens contraire, font serrer les bandes contre les boulons et empêchent les vacillations.

Le chariot se compose de deux roues fixées invariablement ensemble et cheminant l'une

(1) Dans les contrées où le fer est cher et où la pierre abonde, on peut faire ces piliers en maçonnerie, et obtenir les mêmes résultats.

devant l'autre ; la barre qui les unit porte deux caisses symétriquement placées, l'une à droite et l'autre à gauche, dans lesquelles on dépose les marchandises.

Les pièces qui forment le système de chariot étant inflexibles, la verticale du centre de gravité passe toujours sur les barres, quoiqu'une des caisses soit inégalement chargée. Les personnes qui n'ont pas de connaissances en géométrie peuvent craindre que l'équilibre ne soit rompu par suite de cette inégalité de points, et s'effrayer en appercevant une espèce de balancement ; mais l'effet est tout-à-fait celui qui a lieu lorsqu'un navire est plus chargé d'un côté que de l'autre ; il se penche et reste dans cette position. Quoiqu'il soit en général plus avantageux de distribuer la charge également, cependant le contraire est sans inconvénient.

La surface du chemin étant ainsi établie, il ne manque plus, pour faire les transports, qu'un chemin de halage ; on dispose à cet usage et sur un coté des piliers, un petit sentier qu'un cheval suit en tirant les chariots sur la barre au moyen d'une corde. Comme le cheval se trouverait souvent en dessous de la barre et agirait sous un angle très-aigu, on doit employer de longues cordes à l'aide desquelles le halage est plus régulier, l'angle de la force variant alors beaucoup moins.

Les dispositions de ce système donnent la facilité d'établir, avec peu de dépense, une surface unie et solide dans ces localités où il serait impossible, sans de grandes dépenses, de construire des chemins en fer d'après les procédés usités. La surface de mon plan n'est pas exposée, ainsi qu'il a été dit, à être recouverte par des corps étrangers; elle est beaucoup plus solide, plus facile à être réparée et coûte bien moins en frais de construction et d'entretien que les routes en fer qui existent. La neige et la poussière en sont facilement enlevées par un balai qui précède la première voiture et qui nettoye la bande.

Les caisses portant la charge se détachent avec facilité; on peut les placer sur d'autres voitures ou sur des bateaux sans décharger et recharger les marchandises, et continuer les transports par toute autre communication sans grands retards.

Les charges étant suspendues et roulant sur des surfaces très-unies, les matières transportées ne sont pas brisées ou altérées, et l'on pourrait même charrier des vases remplis d'eau ouverts dans le haut, sans la répandre.

Un tel roulage peut être établi sur les accottemens des routes en ne prenant qu'une portion très-faible et inutile de leur largeur; la surface n'est pas exposée comme celle des autres bandes en fer à être recouverte de poussière ou de boue.

On peut de même le construire sur les bords irréguliers et informes des grandes rivières, où le grand nombre d'acqueducs et de ponts à construire rendrait tout autre chemin en fer inexécutable.

Mon système l'emporte également sur les autres par la réduction du frottement ou l'accroissement de l'effet utile produit, ainsi que la table l'indique, et par la diminution considérable de la dépense ; on peut obtenir plutôt et à plus bas prix, des lignes droites et la pente la plus convenable ; il faut moins de terrein ; et la surface n'en étant pas altérée par des terrassemens, les propriétaires opposent moins de résistance ; Le mouvement des chariots peut être imprimé soit par un chariot à vapeur, soit par une machine fixe ; les transports se font plus rapidement, plus sûrement et à moins de frais.

Ayant fait connaître les dispositions générales et les avantages du système, je décrirai les détails de construction et les applications dans les différens cas particuliers qui peuvent se présenter.

La figure 1.re, planche 19, est une coupe en travers du chemin et du chariot; la figure 2.e en est l'élévation; et la figure 3 le plan. (Les mêmes lettres se rapportent aux mêmes parties dans les différentes figures;) A est un poteau vertical ; aa montrent les coins sur lesquels portent

les bandes B.. Les bandes indiquées dans le dessin sont en bois, et faites de deux planches de sapin jointives de trois pouces d'épaisseur, posées de champ et allant d'un poteau à l'autre. La surface supérieure est recouverte d'une bande en fonte de fer, ou en fer battu ou tôle.

Quand le chemin a servi quelque tems et a pris son assiette, les bandes de fer sont attachées aux poteaux par des vis ou boulons.

DD sont les roues, EE les essieux liés aux bandes F et G; HH les caisses en fer renfermant les marchandises suspendues aux essieux par des tiges iiii. Une chaîne K est attachée à l'un des essieux et à la caisse au point K par une bride. A l'extrêmité de la chaîne K, est un anneau où se fixe la corde de halage, on place une suite de chariots qui se tiennent par des chaînes fixées aux essieux.

Cette description est celle du chariot le plus simple; mais on peut en varier la forme à volonté et selon la nature des marchandises à transporter. Les seules conditions à remplir sont l'inflexibilité des pièces qui lient les caisses, et l'invariabilité de la verticale du centre de gravité qui doit toujours passer sur la surface des bandes.

Si l'une des caisses était remplie et l'autre vide, et si la roue se trouvait placée sur une ligne géométrique le chariot tournerait ou s'inclinerait de manière que la caisse pleine rencontrerait les piliers dans sa marche; mais

la surface étant large de quatre pouces, le chariot en s'inclinant porte sur un côté de la barre, diminue le bras du levier de la caisse pleine, et augmente celui de la caisse vide, de telle sorte que la verticale du centre de gravité passe encore sur la surface, ce qui maintient l'équilibre.

On a reconnu qu'on pouvait sans inconvénient admettre une différence de quatre cents livres, ce qui est suffisant dans les cas ordinaires. Supposons que la surface de la bande soit plate et que les caisses se trouvent chargées inégalement, les roues alors portent plus sur un côté que sur l'autre : on prévient cet inconvénient par deux moyens, dont le choix est déterminé par les circonstances ; on donne à la surface de la bande une forme convèxe cylindrique et en arc de cercle d'un seizième de pouce de hauteur, et on fait la roue concave avec courbure parfaitement semblable : dans ce cas, lorsqu'une différence de poids fait incliner le chariot, les roues portent encore également et verticalement sur la bande.

Comme la courbure de la bande augmente un peu le frottement, quoique bien légèrement, j'ai fait des bandes plates, et j'ai donné au chariot une forme telle que lorsque les charges sont inégales et qu'il est penché, les roues restent verticales, et l'équilibre est maintenu ; mais il faut alors que les roues soient armées

de rebords pour suivre et ne pas quitter les bandes. La plus petite imperfection soit dans les bandes, soit dans les roues, occasionne alors un frottement considérable et une plus grande résistance que dans le premier cas, où la surface des bandes est courbe, ce qui m'a déterminé à préférer la première méthode.

On objectera peut-être que la corde de halage n'étant pas appliquée au centre de gravité, une partie de la force est perdue : on ne peut le nier; mais il est constaté que la différence de résistance d'un chariot chargé, pesant plus de deux tonnes et tiré par une force appliquée au centre ou à l'un des côtés extrêmes, n'est pas plus d'une demi-livre.

On dira aussi que c'est un inconvénient que le cheval agisse à une grande distance : cet inconvénient serait grave si le chemin avait des courbes aigues; mais nous avons fait observer qu'il fallait éviter ces défauts. Pourvu que le cheval chemine dans la direction de la ligne, une grande distance est favorable, de même que pour le halage des bateaux sur les canaux. Le mouvement d'un cheval étant régulier et se fesant par secousses à chaque pas, il ne produirait comparativement que peu d'effet s'il était attaché très-près du bateau et marchait dans la ligne, tandis que, à une certaine distance, la longueur et le poids de la corde forment un intermédiaire élastique qui régularise le mouvement.

J'indiquerai maintenant les applications du système aux différentes circonstances particulières qui peuvent se présenter dans la pratique.

DU CHARGEMENT.

Comme les deux caisses ne peuvent être chargées en même tems, si tous les chargemens se font à la même place, on peut disposer un appui pour en soutenir une pendant l'opération, jusqu'à ce que l'autre soit également remplie; mais si le chargement a lieu sur divers points, on attache à chaque caisse une tige mobile sur laquelle elle repose pendant le chargement et qu'on relève ensuite.

Les caisses étant peu élevées au-dessus du sol, le chargement se fera facilement et à la main.

DU DÉCHARGEMENT.

Le déchargement peut se faire de différentes manières. Les figures 4 et 5, planche 19, indiquent le moyen de décharger du charbon dans un bateau. O est le plan incliné sur lequel le charbon tombe de la caisse dans le bateau placé dessous; AA la ligne du chemin qui s'étend jusqu'au quai; P le dernier poteau; B la dernière

bande qui tourne sur la tige P ; Q, une régle qui s'appuie sur le plan incliné, soutient le chariot et fixe sa plus grande inclinaison. Quand la bande B est placée horizontalement, le chariot la suit, et se trouve arrêté à l'extrémité par la traverse R, figure 5, et par la courbe S, figure 4, qui retient la première roue. Dans cette position, le centre de gravité se trouve placé au dehors de l'axe mobile P, et le poids de la voiture fait basculer le systême. Le côté antérieur des boîtes s'ouvrant en dehors à charnières, comme l'indique la partie H de la figure 1.re, et n'étant retenu que par des crochets figure 2.me, dans le mouvement deux tiges fixées au plan incliné ouvrant ces crochets, le poids de la charge presse les côtés mobiles et tout le charbon descend à la fois. Le surveillant n'a qu'un mouvement à faire; il ouvre le loquet qui retient la dernière bande du chemin à la précédente, et le déchargement s'opère seul. Un léger effort suffit ensuite, par ramener dans sa première position le chariot qui est dirigé sur le côté de la ligne, afin de faire avancer les autres et les décharger de même.

Lorsque le déchargement doit avoir lieu sur différens points de la ligne, les caisses tournent sur un axe qui les traverse dans la longueur et sont vidées par les côtés.

Dans quelques cas, il est avantageux de rendre le fond mobile, afin d'opérer le déchargement d'une manière analogue.

BRANCHES DE CHEMINS
QUI SE COUPENT A ANGLE DROIT.

Les changemens de direction s'opèrent d'après les principes adoptés sur les autres chemins en fer, mais avec des modifications déterminées par le nouveau système. Au lieu de conduire les voitures sur les bandes mobiles à l'une des extrémités, tournant sur un plateau circulaire, elles sont portées une ou deux à la fois sur une traverse qui tourne sur son centre. BB, CC fig. 6 et 7, représentent les portions de la ligne continue, et DD, la branche sur laquelle les chariots doivent être portés. La traverse mobile chargée d'un chariot tourne le poteau T, et vient prendre la direction DD.

DES BRANCHES EN GÉNÉRAL.

Lorsque deux lignes se rencontrent, et qu'il est nécessaire de passer de l'une à l'autre, sans interruption ou perte de tems, une bande mobile dont le poteau tourillon est à l'angle de jonction prend à volonté l'un ou l'autre des deux alignemens, ainsi qu'on le voit, fig. 9, K I, m n, sont des portions de la grande

communication ; et O P une partie de la branche IO est la traverse mobile qui tournant sur le centre *i*, peut être dirigée à volonté, au point *o* ou *m*.

CROISEMENT DES VOITURES.

Lorsqu'un chemin n'est pas double, on doit établir des places, où les chariots, allant en sens contraire, puissent se croiser. Dans la fig. 8, *e e*, est une partie d'une grande ligne, I H une branche latérale. Aux points *f* et *f*, on établit des poteaux mobiles sur lesquels tournent des bandes qu'on dirige à volonté sur *g* ou *h*. Les chariots allant sur *gg*, peuvent être croisés par ceux dirigés par *f i h f*, les chariots vides, dans ce cas, sont dirigés sur la branche latérale, et les chariots chargés continuent sur la branche principale.

TRAVERSES DES ROUTES.

Les moyens à employer pour traverser les routes dépendent des circonstances locales, et dans la rédaction des projets, il est nécessaire de déterminer les places les plus convenables. On choisira de préférence les points où la route étant fort encaissée, il est possible de

la passer à une assez grande hauteur pour ne pas nuire à la circulation. Si la différence de niveau est trop faible, il faut avoir recours à d'autres moyens; lorsque la route n'est pas très suivie, on peut adapter au chemin en fer une porte comme en U, fig. 7, ou une double porte mobile sur un poteau posé au centre de la route. Cette porte restera ordinairement ouverte, si la grand'route est très fréquentée. Au passage des chariots sur le chemin en fer, le conducteur fermera la barrière et l'ouvrira de nouveau immédiatement après. La dernière voiture pourra être armée d'une barre qui levera un loquet, et la porte s'ouvrira d'elle-même et sans l'aide du conducteur. Lorsque le chemin en fer traverse une route près d'une barrière, cette barrière peut être disposée pour remplir les deux objets.

Si le commerce sur une route est trop actif et ne permet pas l'établissement d'une porte, on peut construire un pont sur le chemin en fer, et en général on choisira ponr traverser un grand chemin, le point où sa surface est plus élevée que celle du chemin en fer, afin de passer sous la grande route et d'éviter l'inconvénient de la relever.

Il sera également nécessaire de pratiquer des passages pour l'exploitation des propriétés traversées ; on établira des bandes mobiles qui tourneront verticalement à l'une des extrêmités et qu'on relèvera facilement.

DU PASSAGE
DES RIVIERES, DES RUISSEAUX etc.

Lorsque les rivières sont en tout tems guéables, il suffira d'élever les poteaux pour conserver la ligne : si n'étant pas guéables, elles ont peu de largeur, le chemin en fer sera construit de la même manière que ci-dessus, et l'on établira pour le passage des chevaux un petit pont de halage beaucoup plus bas que le chemin, et par conséquent bien moins long que les ponts ordinaires et par cela même beaucoup moins coûteux.

La construction du chemin en fer pour la traversée d'une grande rivière, différera selon les circonstances; on pourra quelquefois profiter d'un pont déjà existant.

1.° Le chemin peut être établi sur l'un ou l'autre côté de ce pont.

1.° Il peut en être placé assez près pour que le halage se fasse depuis le pont;

5.° Le mur de l'un des parapets peut être disposé pour servir de chemin.

Si l'on est forcé de faire un pont neuf, la dépense est beaucoup moindre que pour toute autre espèce de route. La tête d'un pont est suffisante, en y ajoutant un passage étroit pour les chevaux de halage. Comme le mouvement s'opère sans frottement considérable, la

charge n'agit, pour ainsi dire, que comme un poids mort et ne demande que peu de force. La planche 20, indique un pont de cette espèce construit en fer forgé. Lorsque les besoins de la navigation n'exigent pas de tenir le passage élevé, la dépense de cette construction n'est pas considérable. Un pont suspendu peut suffire pour cet usage la chaîne de suspension porterait le plancher horizontal par des tiges en fer.

JONCTION du chemin en fer avec des canaux, des rivières navigables, des grandes routes et d'autres chemins en fer.

Les facilités que donne en pareil cas ce nouveau système, doivent être considérées comme les principaux avantages de cette méthode. On a vu que les bandes du chemin peuvent être rendues mobiles et se prêter à tous les arrangemens. Supposons d'abord que le chemin communique avec un canal ou une rivière navigable, si les marchandises peuvent être jetées des caisses dans les bateaux, on fera cette opération d'après le procédé que nous avons décrit; si la marchandise est casuelle, on fera arriver les chariots sur une bande qui avance sur la rivière, et l'on descendra le tout avec une grue sur le bateau. Les caisses seront alors déposées l'une à côté de l'autre et détachées du reste des chariots qu'on ramènera sur la route avec les roues. Les divers objets qu'on pourra se dispenser de laisser dans les caisses, ceux, par exemple, renfermés dans les boites des paniers, seront déchargés aussitôt; d'autres fois, on se bornera à détacher le fond, comme dans le cas du transport des briques; ou à laisser le fond

et quelques barres, comme pour les ardoises; enfin dans d'autres cas, on fera glisser les matières des caisses sur les bateaux par des moyens qui dépendront de la nature des chargemens.

Il seroit inutile d'entrer dans plus de détails sur les moyens nombreux à employer pour opérer dans les différens cas les transvasemens des matières transportées.

Lorsque le chemin en fer s'embranchera sur des grandes routes ou sur d'autres chemins en fer, le chargement doit être fait dans les points où la route est assez au-dessous du chemin en fer, pour qu'on puisse conduire dessous des voitures destinées à cet usage et sur lesquelles on déposera les caisses, qu'on détachera des voitures en élevant celles-ci jusqu'a ce que le dessus arrive au fond de la caisse; ou bien on versera les matières contenues dans les caisses en ouvrant le fond, si elles ne sont pas casuelles. Par ces moyens ou d'autres analogues, un chemin en fer peut être conduit jusqu'aux portes d'une ville, et les marchandises être transportées dans l'intérieur sans perte de tems et souvent sans aucun chargement et déchargement.

Explication de la Planche 20.

La planche 20 représente le chemin en fer que nous avons décrit, et indique les différentes méthodes employées pour franchir les obstacles. On voit sur la gauche une porte destinée à laisser un passage libre sur un chemin particulier. Près de là et sur la droite de celle-ci se trouve une rivière guéable ; la ligne suit le terrain ondulé jusqu'à la rencontre de ce courant qu'on passe au moyen d'un pont en fer, projetté par cette localité. On remarque sur la droite une branche à angle droit où l'on fait passer les chariots deux à deux par le moyen d'une bande tournante. Cette branche est parallèle à une grande route et se dirige comme elle à un village qu'on distingue dans le lointain.

Près de-là, le chemin passe sous une grande route ou sous un pont, et cotoie une montagne, en suivant une pente régulière qu'on obtient sans faire de terrasses et autres ouvrages très coûteux.

FIN.

Des trusts, des l s par an des routes à péage

COSSE.

NOMS DES COM	r mille	Dépenses annuelles totales.	Dépenses annuelles par mille.	Intérêts dûs.
	L. st.	L. st.	L. st.	L. st.
[illegible]shire...	[illegible]	10,559	35	3,982
37 Westmoreland...	122	6,163	21	12 786
38 Wiltshire.......	253	41,574	50	34,761
39 Worcestershire..	147	27,289	46	8,572
40 Yorck..........	267	99,658	69	41,829
TOTAUX	Terme moyen 223	1,012,194	Terme moyen 55	423,484

ALLES.

NOM	DETTES totales.	DETTES par mille.	Dépenses annuelles totales.	Dépenses annuelles par mille.	Montant des intérêts dûs.
	L. ST.	L. ST.	L. ST.	L. ST.	L. ST.
1 An	2,845	113	1.142	45	211
2 Br	25,787	152	3,734	22	338
3 Ca	8,820	34	1,662	6	773
4 Ca	40,185	125	6.148	19	1,734
5 Ca	10,277	79	1,110	8	40
6 De	18,854	91	6,174	29	612
7 Fl	9,880	115	2,747	32	180
8 Gl	40.121	94	5,215	12	782
9 Me	13 518	51	1,438	5	919
10 Mo	6,918	23	9.466	32	2,695
11 Pe	14.710	85	1 548	8	3,716
12 Ra	10,049	40	1,527	6	144
	201,964	Terme moyen 78	41,911	Terme moyen 16	12,144

COSSE.

1 Ab	52,512	226	5,733	24	19,641
2 Ay	36,066	83	11.481	26	4,160
5 Ba	28,143	240	1,211	10	1[illegible]
Ce q					
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
	39,517,641	400 097	31,025,682	95,192	14,580,483

NOTES

SUR

LES LONGUEURS DES ROUTES A PÉAGE

DE L'ANGLETERRE ET DE L'ÉCOSSE,

ET SUR LES DÉPENSES ANNUELLES D'ENTRETIEN.

Le tableau suivant ne comprend pas les chemins entretenus aux frais du gouvernement anglais, ni ceux de l'Irlande, mais seulement les routes à barrière ou à péage de l'Angleterre et de l'Écosse.

Dans les revenus, se trouvent compris non-seulement les produits des péages, mais aussi le montant des corvées évaluées en argent et rarement fournies en nature.

Comme ces ressources étaient insuffisantes pour opérer de grandes améliorations, et payer en certaines années les travaux indispensables, la loi prévoyante a autorisé les commissaires des routes à emprunter les fonds nécessaires pour assurer constamment et immédiatement la viabilité des chemins. Au moyen de ces revenus et de ces précautions, les routes à péage de l'Angleterre et de l'Ecosse, ont été remises et sont maintenues dans le meilleur état possible d'entretien.

Les rapports des dépenses faites par mille, sur les routes à péage de différens comtés qui sont dans quelques cas de 1 à 20, de 1 à 40 et même de 1 à 60, font assez connaître la nécessité d'affecter à chaque route un revenu spécial et proportionné à l'étendue du commerce de la contrée, et justifient le système général de péage sans lequel il ne peut y avoir ni garantie du bon état des chaussées, ni possibilité de distribuer convenablement les fonds destinés à leurs réparations, ces dépenses variant d'une année à l'autre, même dans chaque province.

Si les routes de trois ou quatre comtés d'Angleterre, n'étaient pas, chaque année, convenablement dotées; s'il était refusé aux commissaires de ces routes de faire des emprunts pour fournir à toutes les dépenses urgentes, le service des malles, des diligences, serait compromis et le commerce du royaume éprouverait des pertes incalculables.

Chaque route d'Angleterre et d'Ecosse ayant un fonds particulier et assuré, dans l'état de guerre comme pendant la paix et chaque trust, ou commissariat d'une route, étant déclaré responsable de tous les accidens occasionnés par le mauvais état de quelques parties, les routes sont constamment belles dans tout le royaume, et on est certain d'arriver et de faire arriver les marchandises, pour ainsi dire, à heure fixe et dans le plus court délai. C'est à cette perfection

de la législation qu'il faut attribuer la rapidité des voitures publiques qui font généralement trois lieues et demie par heure, et quelquefois quatre et même jusqu'à cinq lieues par heure; vitesse inconnue dans les divers états du continent.

La beauté des routes de l'Angleterre et de l'Ecosse, doit être non seulement attribuée à la multiplicité des chemins sur lesquels le commerce se distribue, mais surtout au grand nombre de canaux. Les transports des marchandises encombrantes se font par eau, parce que toutes les lignes navigables étant achevées, et confiées sans exception à des compagnies responsables de leur bon état d'entretien, la navigation toujours libre et facile en tous sens et en toute saison, attire le commerce ; à peine rencontre-t-on un seul chariot de roulage, en parcourant cent milles dans l'intérieur du royaume. Il est également nécessaire de faire observer que les droits de barrière étant plus élevés que ceux des canaux, le commerce est, pour ainsi dire, forcé de prendre cette dernière voie. Tel est le but que la législation s'est proposée, afin de garantir les routes des dégats causés par un roulage considérable, et accroître la prospérité de la navigation maritime et intérieure.

La simple comparaison de la superficie des long ueurs des routes, des dépenses annuelles de leur entretien en France et en Angleterre, nous

fera connaître tout ce qu'il nous resterait à faire en France pour procurer à notre commerce, les facilités qu'il trouve en Angleterre.

INDICATIONS.	ANGLETERRE y compris l'Ecosse sans l'Irlande.	FRANCE.
Superficie.	21,114,000 hec.	52,000,000. hec.
Population.	12,600,000. »	30,000,000 »
Dette publique totale. . .	20,000,000,000. fr.	3,050,000,000. »
Longueur des routes entretenues en France par l'état, en Angleterre par les péages.	39,491, 000 m.	32,592,000 m. »
Dépenses, annuelles d'entretien.	31,724,542 fr.	16,000,000. fr.
Capital emprunté pour réparer les routes à péage et qui est hypothéqué sur leurs revenus.	139,517,641. fr.	

Les routes à péages en Angleterre ne sont qu'une partie de celles entretenues annuellement par les paroisses ou grands propriétaires; mais en ne faisant mention que de celles-ci, on voit que l'Angleterre et l'Écosse, dont la superficie n'est que les deux cinquièmes de celle de la France, ont cependant plus de routes entretenues que ce royaume; que la somme affectée pour ces travaux est double, et qu'on a emprunté et hypothéqué sur les produits quatre fois et demie le montant de l'entretien annuel, afin de mettre toutes les routes dans le meilleur état et les maintenir constamment belles.

La différence de l'état des routes en France et en Angleterre, des ressources annuelles affectées

aux travaux, et des résultats dus à l'influence des communications, conduit à montrer la nécessité d'adopter le système des barrières en France, et d'autoriser un emprunt primitif et suffisant qui donne le complément des fonds nécessaires à la prompte réparation de tous les chemins et à leur entretien constant dans le meilleur état.

Puisque les dettes de la France ne sont pas le sixième de celles de l'Angleterre, quel inconvénient pourrait-on trouver à autoriser les départemens à emprunter cent ou deux cent millions, pour l'ouverture et la réparation des chemins, et à hypothéquer ces sommes sur les produits des barrières; puisqu'il est bien constaté que les revenus annuels des propriétaires augmenteraient d'une somme plus considérable? L'État n'aurait ni dépenses à faire, ni crédit à ouvrir; le gouvernement se bornerait à légaliser les votes des conseils-généraux de départemens et des communes.

Le premier succès obtenu, on parviendrait, en peu de temps et par des moyens analogues, à ouvrir et à réparer toutes les routes vicinales.

COMPARAISON

DES POIDS, MESURES ET MONNAIES DE FRANCE ET D'ANGLETERRE.

POIDS.

Anglais. La livre avoir du poids.	Français. (Nouveaux) grammes, milli.
Le grain vaut.	0, 064
Le dragme ou 273 grains $\frac{44}{100}$ . .	1, 770
L'once ou 16 dragmes.	28, 328
La livre ou 16 onces.	453, 254

La livre avoir du poids est à la livre de Troyes comme 17 est à 14.

MESURES LINÉAIRES.

Anglaises.	Françaises. (Nouvelles) mètres millimèt.
Le pied ou 12 pouces vaut. . .	0, 305
L'yard ou 3 pieds ou une demie toise.	0, 914
La perche ou $\frac{1}{4}$ de chaîne ou $\frac{1}{40}$. de furlong.	5, 029
Le mille ou 1760.	1609, 281

MESURES DE SUPERFICIE.

	mètres quarrés
Le pied quarré. . .	0. 093. 025
L'yard.	0. 835. 396
La perche.	25. 290. 841
L'acre.	4.046. 534. 560
Le mille.	2.589.785. 336. 961

MESURES DE CAPACITÉ.

	m. cub. cent cub.
La pinte de grains ou 33, 6 pouces cubes.	0. 550. 569
— de vin ou 28, $\frac{7}{8}$ pouces cubes.	0. 473. 064
— de bierre ou 35 $\frac{1}{4}$ pouces cubes.	0. 577. 606

huit pintes de grains font un gallon de vin ou de bière.

MONNAIES.

	f. c. mm
Le schelling ou sol ou 12 deniers.	1. 28. 3
La livre sterling ou 20 schellings ou 4 couronnes.	25. 70
La guinée ou 21 schellings. . . .	26. 98. 5

Le rapport des monnaies françaises et anglaises varie comme le change.

POIDS.

FRANÇAIS.			ANGLAIS.	
	grammes		grains	livr. onc. drag.
Un gramme	= 1..	=	15, 444.	
Un kilogramme	1000	=	15,444,	023. 2. 3. 5

MESURES DE LONGUEUR.

MESURES FRANÇAISES.			MESURES ANGLAISES.	
			pouces	décimales
Un millimètre ou	0,001	=	0.	039
Un mètre. . . .	1. 00	=	39,	371
			milles furlong	
Un myriamètre	10000,	=	6. 1. 156. 0. 6	

MESURES DE SUPERFICIE.

FRANÇAISES.			ANGLAISES.	
	are		yard quarré	pouces quarrés
Un centiare	= 0. 01	ou	1.	156. 9.
Un are	= 1. 00	ou	118. 1260.	»
Un hectare	= 100.00	ou	11,881.21025	»

MESURES DE CAPACITÉ.

	litre		pouces cubes	
Un centilitre	= 0	.01 =	0. 610	
Un litre	= 1	» =	61. 028	
				gallon
Un hectolitre	= 100	» =	6102. 800	26,42

MONNAIES.

		schellings		deniers
Un franc	= . . .	0, 7782	ou	9. 346
Vingt francs	= . . .	15, 564	»	»

TABLE
DES MATIÈRES.

FIN DU PREMIER VOLUME.

